



TESIS - SS142501

**Kajian Kinerja Model Gabungan Volatilitas dan Markov
Switching Menggunakan Indikator Impor dan Ekspor
(Studi Kasus : Jumlah Total Impor dan Ekspor di Indonesia
Tahun 1990-2016)**

IHSAN FATHONI AMRI
NRP. 06211650010008

DOSEN PEMBIMBING
Dr. Ir. Setiawan, MS
Dr. R. Mohamad Atok, S.Si, M.Si

PROGRAM MAGISTER
JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA, KOMPUTASI DAN SAINS DATA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



THESIS - SS14 2501

Study on Model Combination of Volatility and Markov Switching Performance Using Impor and Ekspor Indicators.

(Case Study : Impor and Ekspor Value in Indonesia 1990-2016)

Ihsan Fathoni Amri
NRP. 06211650010008

SUPERVISORS
Dr. Ir. Setiawan, MS
Dr. R. Mohamad Atok, S.Si, M.Si

MAGISTER PROGRAMME
DEPARTMENT OF STATISTICS
FACULTY OF MATHEMATICS, COMPUTING AND DATA SCIENCE
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018

(Halaman ini sengaja dikosongkan)


**Kajian Kinerja Model Gabungan Volatilitas dan Markov Switching Menggunakan
Indikator Impor dan Ekspor
(Studi Kasus : Jumlah Total Impor dan Ekspor di Indonesia Tahun 1990-2016)**

**Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Master Sains (M.Si)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

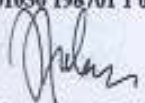
**oleh :
Ihsan Fathoni Amri
NRP. 06211650010008**

**Tanggal Ujian : 19 Juli 2018
Periode Wisuda : September 2018**


Disetujui oleh:


1. **Dr. Ir. Setiawan, MS**
NIP: 19601030 198701 1 001

(Pembimbing I)


2. **Dr. R. Mohamad Atok, S.Si, M.Si**
NIP: 19710915 199702 1 001

(Pembimbing II)


3. **Santi Puteri Rahayu, M.Si, Ph.D**
NIP: 19750115 199903 2 003


(Penguji)


4. **Dr. Drs. Agus Suharsono, MS**
NIP: 19580823 198403 1 003

(Penguji)



**Dekan
Fakultas Matematika, Komputasi dan Sains Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**


Prof. Dr. Basuki Widodo, M.Sc
NIP: 19650605 198903 1 002

KAJIAN KINERJA MODEL GABUNGAN VOLATILITAS DAN MARKOV SWITCHING MENGGUNAKAN INDIKATOR IMPOR DAN EKSPOR

(STUDI KASUS: NILAI TOTAL IMPOR DAN EKSPOR DI INDONESIA
TAHUN 1990-2016)

Nama Mahasiswa : Ihsan Fathoni Amri
NRP : 06211650010008
Pembimbing : Dr. Ir. Setiawan, MS
Co-Pembimbing : Dr. R. Mohamad Atok, S.Si, M.Si

ABSTRAK

Krisis ekonomi pada 1997 merupakan suatu permasalahan yang terjadi pada hampir semua negara berkembang termasuk Indonesia. Berdasarkan krisis ekonomi yang pernah terjadi pada pertengahan Juli 1997, maka sangat diperlukan pengetahuan mengenai kinerja indikator untuk melihat performa tiap-tiap indikator. Impor dan ekspor merupakan indikator penting yang harus dilihat performanya. Data bulanan nilai impor dan ekspor merupakan data time series karena dikumpulkan, dicatat, dan diamati berdasarkan urutan waktu. Data nilai impor dan ekspor mengalami masalah efek heteroskedastisitas pada residu model dan adanya perubahan kondisi pada volatilitas, sehingga digunakan gabungan model volatilitas dan Markov *switching* yang dapat mengatasi permasalahan tersebut. Penelitian ini dikembangkan pada bagian penggunaan data volatilitas dan pencarian nilai *smoothed probability*, lebih jauhnya lagi didapatkan juga tingkat akurasi dengan membandingkan nilai *prediction probability* dengan *smoothed probability* dari data aktual. Hasil pengolahan data untuk mengatasi masalah efek heteroskedastisitas dan perubahan kondisi didapatkan model *SWARCH*(4,1) untuk data jumlah nilai impor dan *SWARCH*(3,1) untuk data jumlah nilai ekspor. Perbandingan *prediction probability* dengan *smoothed probability* menunjukkan tingkat akurasi yaitu sebesar 40,91% untuk indikator impor dan 100% untuk indikator ekspor, artinya untuk indikator impor perlu pendekatan nilai awal baru agar akurasi data meningkat.

Kata kunci : ekspor dan impor, heteroskedastisitas, perubahan kondisi, model volatilitas, Markov *switching*, *SWARCH*, dan *smoothed probability*.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

STUDY ON MODEL COMBINATION OF VOLATILITY AND MARKOV SWITCHING PERFORMANCE USING IMPOR AND EKSPOR INDICA- TORS

Name : Ihsan Fathoni Amri
NRP : 06211650010008
Supervisors : Dr. Ir. Setiawan, MS
Dr. R. Mohamad Atok, S.Si, M.Si

ABSTRACT

The economic crisis in 1997 is a problem that occurs in almost all developing countries including Indonesia. Based on the economic crisis, indicators performance knowledge is needed. Imports and exports are important indicators that must be seen for their performance. Monthly data on import and export is time series data because it is collected, recorded, and observed in a time sequence. The data on import and export contain heteroskedasticity problem on the model residual and conditional change on the volatility. The combined model of volatility and Markov switching can solve the problem in this study. This study developed to use volatility data and the smoothed probability, furthermore this study obtained the level of accuracy by comparing the prediction probability with smoothed probability from actual data. Result of this study obtain $SWARCH(4,1)$ model with $ARIMA(1,0,0)$ for mean and $ARCH(1)$ for variance that's for the total data of import and $SWARCH(2,1)$ model with $ARIMA(1,0,0)$ for mean and $ARCH(1)$ for variance that's for the total data of export. Comparison prediction probability and smoothed probability from the actual data obtained an accuracy 40,91% for impor indicator and 100% for ekspor indicator, that's mean for impor indicator must changed the initial value $SWARCH$ model.

Keywords : ekspor dan impor, heteroskedasticity, conditional change, volatility model, Markov *switching* model, *SWARCH* model, and *smoothed probability*.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul “**Kajian Kinerja Model Gabungan Volatilitas dan Markov Switching Menggunakan Indikator Impor dan Ekspor**” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Master dalam bidang Statistika. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak atas bimbingan, dukungan, arahan, bantuan baik moral atau material serta doa yang tulus dan ikhlas hingga terselesainya tesis ini. Pada kesempatan ini, penulis menghaturkan penghargaan dan ucapan terima kasih yang mendalam kepada :

1. Kedua orang tua tercinta, Sugiyanto dan Marsi Sugiyanti, atas semangat, kegigihan, perjuangan, air mata dalam doa, dan kasih sayang yang tekah dicurahkan kepada saya, dan juga istri serta anak tercinta saya yaitu Sepvia Hera Permata dan Naufal Kholillurohman yang selalu memberi semangat saya untuk berjuang.
2. Bapak Dr. Setiawan, MS dan Dr. R Mohamad Atok S.Si, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah begitu banyak meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, ilmu, petunjuk, arahan, motivasi dengan penuh kesabaran kepada penulis selama proses penyelesaian tesis. Terima kasih pula atas inspirasi dan pembelajaran hidup yang penulis dapatkan disela-sela waktu bimbingan.
3. Ibu Santi Puteri Rahayu, M.Si, Ph.D dan Bapak Dr. Drs. Agus Suharsono, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan saran, masukan, dan arahan untuk perbaikan tesis ini.
4. Bapak Dr. rer.pol. Heri Kuswanto, M.Si. Selaku Ketua Program Studi Magister Statistika ITS, yang telah memberikan dukungan pada penulis untuk melaksanakan tesis ini.
5. Para dosen pengajar beserta segenap staff karyawan jurusan Statistika ITS yang telah memberikan ilmu-ilmu yang tiada ternilai harganya dan memberikan bantuan selama proses perkuliahan. Semoga jasa bapak dan ibu tercatat sebagai amal dan pahala.
6. Sahabat-sahabatku MFahmudin, Arip Ramadan, Laila Qadrini, Nur Mahmudah, Mawanda Almuhayar, Ghazali, Yoga, Nendy, Baiq, Bayu, dan Febri

yang telah bersedia untuk berbagi pengalaman dan memberikan dukungan serta mendengarkan keluhan penulis.

7. Segenap rekan-rekan seperjuangan Mahasiswa angkatan 2016 terima kasih atas bantuan yang diberikan, kerjasama, kekompakan, persaudaraan dan kebersamaan selama masa studi.
8. Semua pihak yang membantu dalam penulisan tesis ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kesempurnaan mengingat keterbatasan kemampuan penulis, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi tersusunnya penulisan yang lebih baik. Semoga penulis tesis ini dapat memberikan manfaat dan sumbangan dalam wawasan keilmuan bagi pembaca. Amin.

Surabaya, Agustus 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
COVER	i
LEMBAR PENGESAHAN PROPOSAL TESIS.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Manfaat Penelitian.....	5
1.5. Batasan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Data Time Series.....	7
2.2. Uji <i>ADF</i>	7
2.3. <i>ACF</i> , <i>PACF</i> , dan Model Rata-Rata.....	8
2.4. Model Volatilitas.....	13
2.5. Kriteria Indormasi	17
2.6. Uji Diagnostik Model.....	18
A. Uji Autokorelasi.....	18
B. Uji Efek Heteroskedastisitas.....	18
C. Uji Normalitas	19
2.7. Analisis <i>Cluster</i>	19
2.8. Model Markov <i>Switching</i>	21
2.9. Model <i>SWARCH</i>	22
2.10. <i>Filtered Probability</i> dan <i>Smoothed Probability</i>	25
2.11. Krisis Keuangan Tahun 1997 dan Tahun 2008.....	28
2.12. Impor dan Ekspor	29

2.13. Pohon Klasifikasi.....	30
2.14. Kriteria <i>Evaluasi</i> Performansi Metode Klasifikasi.....	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	35
3.1. Sumber Data dan Variabel Penelitian	35
3.2. Tahapan Penelitian.....	35
3.2.1 Pembentukan Model Gabungan.....	35
3.2.2 Kinerja Model Berdasarkan Akurasi	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1. Deskripsi Data	39
4.2. Pembentukan Model Gabungan	40
4.2.1. Plot Data	40
4.2.2. Uji <i>ADF</i>	41
a. Uji <i>ADF</i> Impor.....	41
b. Uji <i>ADF</i> Ekspor	41
4.2.3. Transformasi Data	41
a. Plot Transformasi Data.....	43
b. Uji <i>ADF</i> Pada Data Transformasi Impor.....	43
c. Uji <i>ADF</i> Pada Data Transformasi Ekspor	43
4.2.4. Pembentukan Model <i>ARIMA</i>	44
a. Identifikasi Model <i>ARIMA</i>	44
b. Estimasi Parameter Model <i>ARIMA</i>	47
c. Uji Diagnostik Model <i>ARIMA</i>	49
a) Uji Normalitas	49
b) Uji Autokorelasi.....	51
c) Uji Efek Heteroskedastisitas.....	51
4.2.5. Model Volatilitas.....	53
1.) Model Volatilitas Impor.....	54
2.) Model Volatilitas Ekspor	54
4.2.6. Analisis <i>Cluster</i>	56
4.2.7. Pembentukan Model <i>SWARCH</i>	57
4.3. Akurasi Model berdasar <i>Prediction</i> dan <i>Smoothed Probability</i>	59
4.3.1. <i>Smoothed Probability</i>	59

4.3.2. Peramalan <i>Smoothed Probability</i>	60
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	65
DAFTAR PUSTAKA	67

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Ciri-Ciri <i>ACF</i> dan <i>PACF</i> model <i>ARMA</i> (p,q).....	8
Tabel 2.2. <i>Confusion Matrix</i>	32
Tabel 3.1. Variabel Penelitian	35
Tabel 4.1. Estimasi Parameter Model <i>ARIMA</i> Data Impor.....	47
Tabel 4.2. Estimasi Parameter Model <i>ARIMA</i> Data Ekspor	48
Tabel 4.3. <i>P – Value</i> Uji Normalitas Untuk Masing-Masing Model.....	49
Tabel 4.4. <i>P – Value</i> Uji Ljung-Box Untuk Masing-Masing Model.....	50
Tabel 4.5. <i>P – Value</i> uji Lagrange <i>multiplier</i> Untuk Masing-Masing Model	51
Tabel 4.6. Estimasi Parameter Model Volatilitas Data Transformasi Jumlah Nilai Impor.....	53
Tabel 4.7. Estimasi Parameter Model Volatilitas Data Transformasi Jumlah Nilai Ekspor.....	55
Tabel 4.8. Hasil Analisis <i>Cluster Data Transformasi</i> Jumlah Nilai Impor	56
Tabel 4.9. Hasil Analisis <i>Cluster Data Transformasi</i> Jumlah Nilai Ekspor....	57
Tabel 4.10. Nilai Peramalan <i>Smoothed Probability</i> Jumlah Nilai Impor	61
Tabel 4.11. <i>Classification Table</i> Antara <i>Smoothed Probability</i> dan <i>Prediction Probability</i> Data Impor	62
Tabel 4.12. Nilai Peramalan <i>Smoothed Probability</i> Jumlah Nilai Ekspor.....	63
Tabel 4.13. <i>Classification Table</i> Antara <i>Smoothed Probability</i> dan <i>Prediction Probability</i> Data Ekspor.....	63

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Ilustrasi Plot Klasifikasi dan Pohon Klasifikasi.....	31
Gambar 2.2. Model Pohon Keputusan Untuk Klasifikasi	32
Gambar 3.1 Diagram Alir Langkah Analisis	38
Gambar 4.1. Plot Data Dari Jumlah Nilai Impor	39
Gambar 4.2. Plot Data Dari Jumlah Nilai Ekspor.....	40
Gambar 4.3. Plot Data Dari Transformasi Data Jumlah Nilai Impor.....	41
Gambar 4.4. Plot Data Dari Transformasi Data Jumlah Nilai Ekspor.....	42
Gambar 4.5. Plot <i>ACF</i> Data Tranformasi Jumlah Nilai Impor	43
Gambar 4.6. Plot <i>PACF</i> Data Tranformasi Jumlah Nilai Impor.....	44
Gambar 4.7. Plot <i>ACF</i> Data Tranformasi Jumlah Nilai Ekspor.....	44
Gambar 4.8. Plot <i>PACF</i> Data Tranformasi Jumlah Nilai Ekspor	45
Gambar 4.9. Plot <i>ACF Differencing 12</i> Data Tranformasi Jumlah Nilai Ekspor.....	45
Gambar 4.10. Plot <i>PACF Differencing 12</i> Data Tranformasi Jumlah Nilai Ekspor.....	46
Gambar 4.11. <i>Scatterplot</i> data residu dan fits Model <i>AR(p)</i> impor.....	51
Gambar 4.12. <i>Scatterplot</i> data residu dan fits Model <i>AR(p)</i> ekspor	51
Gambar 4.13. Plot <i>PACF</i> Residu Kuadrat Model Rata-Rata Impor	53
Gambar 4.14. Plot <i>PACF</i> Residu Kuadrat Model Rata-Rata Ekspor.....	54
Gambar 4.15. Plot <i>Smoothed Probability</i> Empat <i>State</i> Data Transformasi Jumlah Nilai Impor.....	60
Gambar 4.16. Plot <i>Smoothed Probability</i> Dua <i>State</i> Data Transformasi Jumlah Nilai Ekspor.....	60

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Data Inflow Variabel Penelitian Indikator Periode	
Januari 1990-Desember 2015	71
Lampiran 2 Data Outflow Variabel Penelitian Indikator Periode	
Januari 1990-Desember 2015	76
Lampiran 3 Data Transformasi Outflow Variabel Penelitian Indikator	
Periode Januari 1990-Desember 2015	77
Lampiran 4 Hasil Estimasi Parameter Model <i>ARMA</i> Pada Data	
Transformasi Impor	84
Lampiran 5 Hasil Uji Diagnostik Model <i>ARMA</i> Pada Data	
Transformasi Impor	85
Lampiran 6 Hasil Estimasi Parameter Model <i>ARMA</i> Pada Data	
Transformasi Ekspor	87
Lampiran 7 Hasil Uji Diagnostik Model <i>ARMA</i> Pada Data	
Transformasi Ekspor	88
Lampiran 8 Hasil Estimasi Parameter Model <i>ARCH</i> Data Impor dan	
Uji Lagrange <i>Multiplier</i>	91
Lampiran 9 Hasil Estimasi Parameter Model <i>ARCH</i> Data Ekspor dan	
Uji Lagrange <i>Multiplier</i>	92
Lampiran 10 Data Residu Kuadrat dan Volatilitas Jumlah Nilai Impor	94
Lampiran 11 Data Residu Kuadrat dan Volatilitas Jumlah Nilai Ekspor	106
Lampiran 12 <i>Smoothed Probability</i> Pembentukan Model Gabungan	
Data Jumlah Impor	110
Lampiran 13 <i>Smoothed Probability</i> Pembentukan Model Gabungan	
Data Jumlah Ekspor	118
Lampiran 14 Syntax Pembentukan Model Gabungan Data Impor	126
Lampiran 15 Syntax Pembentukan Model Gabungan Data Ekspor	128
Lampiran 16 Syntax Gauss Pembentukan Model <i>SWARCH</i>	
dan <i>MS-GARCH</i>	131

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Krisis ekonomi merupakan suatu permasalahan yang terjadi pada hampir semua negara berkembang termasuk Indonesia. Krisis ekonomi yang dialami Indonesia pada tahun 1997 merupakan bagian dari krisis Finansial Asia (*Asian Financial Crisis*) yang mana krisis itu merupakan kombinasi yang parah antara perilaku pasar keuangan yang di luar batas dan kebijakan pemerintah yang lemah (Margana dan Fitrianiingsih, 2010). Penyebab dari krisis ini bukanlah fundamental ekonomi Indonesia yang selama ini lemah, tetapi karena hutang swasta luar negeri yang telah mencapai jumlah yang besar. Hal tersebut tidak mempengaruhi sektor rupiah dalam negeri, melainkan sektor luar negeri, khususnya nilai tukar dollar AS yang mengalami *overshooting* yang sangat jauh dari nilai aslinya (Tarmidi, 1998). Krisis yang berkepanjangan berdampak pada merosotnya nilai tukar rupiah yang sangat tajam, akibat dari serbuan yang mendadak dan secara bertubi-tubi terhadap dollar AS (spekulasi) dan jatuhnya tempo utang swasta luar negeri dalam jumlah besar. Hal tersebut berpengaruh kepada harga-harga barang kebutuhan pokok antara lain beras, kedelai, gandum, sayuran, buah-buahan dan jasa transportasi maupun produk-produk industri yang mengalami peningkatan drastis. Kemarau panjang dan tingginya kandungan impor sektor ekonomi Indonesia memaksa pemerintah dan pengusaha untuk mengimpor barang-barang kebutuhan pokok dan barang-barang input bagi kelangsungan proses produksi (Barsamian dan Lan, 2009).

Belajar dari krisis yang terjadi pada pertengahan Juli 1997, maka diperlukan pengetahuan mengenai kinerja pada tiap-tiap indikator. Hal ini dilakukan agar lebih berhati-hati dalam melakukan tindakan yang menyebabkan krisis terulang kembali. Kaminsky *et al.* (1998), menyatakan beberapa indikator diantaranya *output riil*, indeks harga saham gabungan, perbedaan bunga riil simpanan, kurs tingkat bunga riil simpanan, rasio tingkat bunga simpanan bank, impor, ekspor, dan cadangan devisa.

Sugiyanto *et al.* (2018), memperkuat pernyataan mengenai indikator-indikator tersebut yaitu diantaranya *banking condition*, *bank deposits*, *Real exchange rates*, *trade terms indicators* *real output*, dan *domestic credit per GDP*. Sugiyanto *et al.* (2017), mengatakan bahwa impor dan ekspor merupakan suatu indikator penting dalam perekonomian di Indonesia. Impor adalah tindakan memasukkan barang atau komoditas dari negara lain ke dalam negeri. Ekspor adalah upaya melakukan penjualan komoditas yang kita miliki kepada bangsa lain dengan ketentuan pemerintah dengan mengharapkan pembayaran dalam valuta asing (Amir, 2000). Pada dasarnya impor dan ekspor saling berkaitan satu dengan yang lainnya, oleh karena itulah sektor impor dan ekspor dijadikan suatu indikator untuk dilihat kinerja indikatornya.

Hermawan (2015) dan Setyaningsih (2015), menyatakan data bulanan jumlah nilai impor dan ekspor merupakan data *time series* karena dikumpulkan, dicatat, dan diamati berdasarkan urutan waktu. Data jumlah nilai impor dan ekspor dimungkinkan mengalami fluktuasi yang signifikan sehingga data tersebut tidak stasioner. Pada data jumlah nilai impor dan ekspor juga terdapat efek heteroskedastisitas pada residu model stasionernya. Engle (1982), pertama kali mengenalkan model untuk memecahkan masalah efek heteroskedastisitas yaitu model *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (ARCH) yang digunakan dalam penelitian menggunakan data inflasi di Inggris pada tahun 1958 sampai dengan 1977. Penelitian Engle menghasilkan bahwa *Maksimum Likelihood Estimation* (MLE) lebih baik dibandingkan dengan estimasi *Ordinary Least Square*. Bollerslev (1986), memperkenalkan model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (GARCH) yang merupakan generalisasi dari model ARCH. Model GARCH menghasilkan variansi yang lebih akurat karena menyertakan variansi masa lalu untuk menjelaskan variansi yang akan datang. Karena model GARCH tidak dapat menjelaskan masalah keasimetrisan volatilitas, Nelson (1991) memperkenalkan model yang dapat mengatasi masalah keasimetrisan volatilitas tersebut yang dikenal dengan model *Exponential Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (EGARCH).

Hermawan (2015) dan Setyaningsih (2015), menyatakan bahwa pada data jumlah nilai impor dan ekspor terdapat adanya perubahan struktur. Pada model

volatilitas *ARCH*, *GARCH*, dan *EGARCH* tidak memperhitungkan adanya perubahan struktur pada data. Hamilton (1989), memodelkan data *time series* yang mengalami perubahan struktur yaitu model Markov *switching* (*MS*), akan tetapi model ini tidak dapat menggambarkan volatilitas data. Hamilton dan Susmel (1994), memperkenalkan suatu model yang dapat menjelaskan perubahan struktur dan menggambarkan volatilitas data dengan baik, yaitu dengan menggabungkan model volatilitas *ARCH* dengan model Markov *switching* yang kemudian dikenal dengan model Markov *switching ARCH* (*SWARCH*). Model tersebut diaplikasikan pada data harga saham New York periode 31 Juli 1962 sampai dengan 29 Desember 1987. Berdasarkan penelitian Hamilton dan Susmel (1994), menunjukkan bahwa model *SWARCH* berhasil menjelaskan adanya pergeseran volatilitas. Gray (1996), memperkenalkan model Markov *switching-Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (*MS-GARCH*) untuk memodelkan data suku bunga Amerika Serikat periode Januari 1970 sampai April 1994. Penelitian ini menunjukkan bahwa parameter akan lebih mudah diestimasi dengan model *MS-GARCH*. Chang *et al.* (2010), telah membuktikan gabungan model tersebut dengan meneliti kinerja indikator saham di Korea pada periode 4 Januari 2000 sampai 29 Juni 2007 dengan menggunakan model *SWARCH*. Shoji *et al.* (2013), menggunakan model Markov *switching-Exponential Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (*MS-EGARCH*) (1,1) dengan dua *state* yaitu *state* rendah (*recession*) dan *state* tinggi (*expansion*) meneliti indikator harga minyak dunia di Tehran Stock Exchange.

Pada penelitian sebelumnya berdasarkan indikator impor dan ekspor yang telah dilakukan oleh Hermawan (2015) dan Setyaningsih (2015) dengan menggunakan gabungan model volatilitas dan Markov *switching* yang didapatkan model Markov *switching Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (*SWARCH* (2,1)), *SWARCH* (3,1) dengan *Autoregressive Moving Average* (*ARMA* (1,0)) sebagai model rata-rata bersyarat serta *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (*ARCH* (1)) sebagai model variansi bersyarat. Pada penelitian tersebut telah terbukti bahwa gabungan model tersebut dapat digunakan untuk mengatasi masalah adanya efek heteroskedastisitas pada residu model stasionernya dan adanya perubahan struktur pada data. Sugiyanto *et al.* (2017), telah

mengembangkan penelitian sebelumnya sampai dengan cara mendapatkan *forecasting* berdasarkan *filtered probability* berdasarkan model *SWARCH* tiga *state*. Sugiyanto *et al.* (2018), mengembangkan ulang penelitian sebelumnya dengan menambahkan beberapa indikator dan merubah *filtered probability* menjadi *smoothed probability*. Hanya saja pada penelitian yang sebelumnya masih terdapat kelemahan diantaranya data volatilitas yang didapatkan tidak digunakan untuk menentukan *state* pada model gabungan dan pada pencarian nilai *smoothed probability* tidak didasarkan pada model gabungan yang didapatkan. Pada penelitian yang sebelumnya juga tidak didapatkan akurasi *smoothed probability* yang digunakan untuk melihat kinerja indikator. Penelitian ini dikembangkan bagaimana penggunaan data volatilitas dan pencarian nilai *smoothed probability* sebagaimana mestinya. Setelah didapatkan nilai *smoothed probability* maka didapatkan juga tingkat akurasinya dengan membandingkan nilai *prediction probability* dengan *smoothed probability* pada data aktual. Berdasarkan hal itulah yang menjadi tolak ukur untuk melihat kinerja indikator ekspor dan impor. Nilai *smoothed probability* pada periode yang akan datang disebut *prediction probability*.

1.2 Rumusan Masalah

Analisis data *time series* diaplikasikan pada suatu data yang dicatat secara runtun berdasarkan urutan waktu. Dalam analisis data *time series* banyak sekali model yang digunakan salah satunya yaitu gabungan model volatilitas dan Markov *switching*. Model gabungan volatilitas dan Markov *switching* mempunyai kelebihan yaitu model ini dapat mengatasi adanya masalah heteroskedastisitas pada residu model rata-ratanya dan perubahan kondisi volatilitas. Akan tetapi, model ini mempunyai hasil akhir berupa nilai *smoothed probability* yang artinya hasil hanya terbatas dalam bentuk probabilitas. Oleh karena itu pada penelitian ini ingin diketahui akurasi dengan tolak ukur nilai *smoothed probability*, khususnya untuk melihat kinerja dari model gabungan yang didapatkan.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan model gabungan volatilitas dan Markov *switching* yang dapat mengatasi adanya efek heteroskedastisitas dan perubahan kondisi volatilitas.

2. Memperoleh nilai *prediction probability* untuk mengkaji kinerja model gabungan dengan cara melihat nilai akurasinya.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi tentang kajian model gabungan yang dapat mengatasi masalah adanya efek heteroskedastisitas dan perubahan kondisi volatilitas.
2. Memberikan informasi mengenai *prediction probability* untuk melihat akurasi model volatilitas dan Markov *switching*.
3. Menambah keilmuan Statistika dibidang data *time series*.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Studi kasus yang digunakan tidak berlaku untuk indikator impor dan ekspor yang terbagi menjadi berbagai macam bagian.
2. Model yang digunakan penelitian ini tidak bisa digunakan apabila terjadi masalah tambahan pada data.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini terdiri tinjauan pustaka yang berisi tentang hal-hal yang mendasari penelitian ini berdasarkan tinjauan-tinjauan yang ada. Tinjauan-tinjauan tersebut tidak terbatas pada tinjauan statistik saja tetapi tinjauan non statistik juga termasuk kedalamnya.

2.1. *Data Time Series*

Gujarati (2004), data *time series* didefinisikan sebagai himpunan observasi yang terurut terhadap dimensi waktu. Dalam analisis runtun waktu terdapat empat macam pola data yaitu

- a. pola data stasioner, yaitu pola data stasioner terjadi ketika data observasi berfluktuasi di sekitaran suatu nilai konstan atau rata-rata (*mean*) yang membentuk garis horizontal,
- b. pola data trend, yaitu pola data tren terjadi ketika data observasi mengalami kenaikan atau penurunan selama periode jangka panjang,
- c. pola data musiman, yaitu pola data musiman terjadi ketika data mempunyai pola yang berulang dari periode satu ke periode berikutnya,
- d. pola data siklis, yaitu pola data siklis terjadi ketika data dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang.

Dasar analisis *time series* adalah stasioner sehingga perlu dilakukan uji kestasioneran data. Jika data tidak stasioner maka perlu dilakukan transformasi data untuk menjadikan data stasioner.

2.2. Uji *Augmented Dickey Fuller (ADF)*

ADF merupakan suatu uji yang dilakukan untuk mengetahui apakah data *time series* yang didapatkan sudah stasioner. Tsay (2005), hipotesis uji *ADF* dapat dituliskan sebagai berikut

$H_0 : \phi \geq 1$ (data *time series* tidak stasioner)

$H_1 : \phi < 1$ (data *time series* stasioner)

Statistik uji *ADF* dituliskan pada persamaan 2.1

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\phi}-1}{sd(\hat{\phi})} \quad (2.1)$$

dengan $\hat{\phi}$ adalah estimasi koefisien model *autorgressive* (AR) dan $sd(\hat{\phi})$ adalah standar deviasi dari estimasi koefisien model AR. Daerah kritis uji ADF adalah apabila H_0 ditolak jika $t_{hitung} > t_{tabel}$ atau $p - value < \alpha$ dengan α adalah tingkat signifikansi. Jika data sudah stasioner maka akan dapat langsung dimodelkan dengan model ARMA, sedangkan apabila data belum stasioner maka perlu dilakukan tranformasi log *return*.

2.3. Autocorrelation Function (ACF), Partial Autocorrelation Function (PACF) dan Model Rata-Rata

ACF merupakan suatu fungsi yang menunjukkan besarnya korelasi antara pengamatan pada waktu ke- t dengan pengamatan pada waktu ke- $(t-1)$. Sedangkan PACF adalah suatu fungsi yang menunjukkan besarnya korelasi parsial antara pengamatan pada waktu ke- t dengan pengamatan pada waktu ke- $(t-1)$.

Menurut Cryer (1986), proses r_t dikatakan stasioner apabila $E(r_t) = \mu, Var(r_t) = \sigma^2$ adalah konstan dengan $Cov(r_t, r_{t-k})$ adalah kovariansi antara r_t dan r_{t-k} yang dinyatakan sebagai

$$Cov(r_t, r_{t-k}) = E(r_t - \mu, r_{t-k} - \mu) = \gamma_k .$$

Korelasi antara r_t dengan r_{t-k} dinotasikan dengan ρ_k disebut ACF dituliskan pada persamaan 2.2

$$\rho_k = Corr(r_t, r_{t-k}) = \frac{Cov(r_t, r_{t-k})}{\sqrt{Var(r_t)}\sqrt{Var(r_{t-k})}} = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} , \quad (2.2)$$

dan memiliki sifat yaitu

1. $Var(r_t) = Var(r_{t-k}) = \gamma_0$,
2. $\rho_k = \rho_{-k}$; $\gamma_k = \gamma_{-k}$,
3. $-1 \leq \rho_k \leq 1$ dan $|\gamma_k| \leq \gamma_0$.

Autokorelasi sampel lag ke- k dari r_t dinotasikan dengan $\hat{\rho}_k$ yaitu

$$\hat{\rho}_k = \frac{\sum_{t=k+1}^T (r_t - \bar{r})(r_{t-k} - \bar{r})}{\sum_{t=1}^T (r_t - \bar{r})^2} , 0 \leq k < T - 1 ,$$

dengan rata-rata sampel dinotasikan \bar{r} yaitu

$$\bar{r} = \frac{\sum_{t=1}^T r_t}{T} .$$

Suatu data runtun waktu dikatakan stasioner, apabila estimasi nilai ACF -nya turun secara cepat mendekati nol seiring bertambahnya lag (selisih waktu). Sebaliknya, apabila estimasi nilai ACF suatu data runtun waktu turun secara perlahan mendekati nol atau nilai yang keluar dari interval konfidensi membentuk pola tertentu maka data runtun waktu tersebut tidak stasioner.

Menurut Cryer (1986), autokorelasi parsial antara r_t dan r_{t-k} adalah korelasi antara r_t dan r_{t-k} setelah mengabaikan hubungan linear $r_{t-1}, r_{t-2}, r_{t-3}, \dots, r_{t-k+1}$. Autokorelasi parsial antara r_t dan r_{t-k} sampai dengan lag ke- k dinotasikan dengan ϕ_{kk} , dan dituliskan pada persamaan 2.3

$$\phi_{kk} = Corr(r_t, r_{t-k} | r_{t-1}, r_{t-2}, \dots, r_{t-k+1}) = \frac{\rho_k - \sum_{j=1}^{k-1} \phi_{k-1,j} \rho_{k-j}}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} \phi_{k-1,j} \rho_{k-j}}, \quad (2.3)$$

dengan ρ_k adalah autokorelasi pada lag ke- k , $\phi_{k-1,j}$ adalah Autokorelasi parsial antara r_t dan r_{t-k} sampai dengan lag ke- $(k-1)$, dan ρ_{k-j} adalah autokorelasi pada lag ke- $(k-j)$. Selanjutnya nilai ACF dan $PACF$ digunakan untuk mengidentifikasi model $ARMA$ setelah data runtun waktu stasioner.

Model $ARMA$ merupakan model runtun waktu stasioner yang mengidentifikasi persamaan regresi data dengan menggunakan nilai masa lalunya atau kombinasi nilai masa lalu dengan residu masa lalunya. Cryer (1986), model $ARMA$ mengandung dua komponen yaitu model *autoregressive* (AR) dan model *moving average* (MA) dengan p adalah orde model AR dan q adalah orde model MA . Tsay (2005), model $AR(p)$ dituliskan pada persamaan 2.4

$$r_t = \phi_1 r_{t-1} + \phi_2 r_{t-2} + \dots + \phi_p r_{t-p} + \varepsilon_t, \quad (2.4)$$

dengan r_t adalah log *return* pada waktu ke- t , $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ adalah parameter model AR dan ε_t adalah residu model AR pada waktu ke- t . Proses $AR(p)$ akan stasioner apabila $|\phi| < 1$. Sedangkan model $MA(q)$, dituliskan pada persamaan 2.5

$$r_t = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}, \quad (2.5)$$

dengan r_t adalah log *return* pada waktu ke- t , $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$ adalah parameter model MA dan ε_t adalah residu model MA pada waktu ke- t . Proses $MA(q)$ akan stasioner apabila $|\theta| < 1$. Model $ARMA(p,q)$ merupakan gabungan dari model $AR(p)$ dan $MA(q)$ sehingga dapat dituliskan pada persamaan 2.6

$$r_t = \phi_1 r_{t-1} + \dots + \phi_p r_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}, \quad (2.6)$$

dengan r_t adalah log *return* pada waktu ke- t , ε_t adalah residu pada waktu ke- t . Proses $ARMA(p,q)$ akan stasioner apabila $|\phi| < 1$ dan $|\theta| < 1$. Dalam membentuk model $ARMA$ diperlukan identifikasi model dengan menggunakan ACF dan $PACF$. Gujarati (2004), karakteristik plot ACF dan $PACF$ dalam model AR , MA , dan $ARMA$ dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Ciri – Ciri ACF dan $PACF$ Model $ARMA(p,q)$

Model	ACF	$PACF$
$AR(p)$	turun secara eksponensial	terpotong setelah lag p
$MA(q)$	terpotong setelah lag q	turun secara eksponensial
$ARMA(p,q)$	terpotong setelah lag $(q-p)$	terpotong setelah lag $(q-p)$

Cryer (1986), metode kuadrat terkecil (*least square method*) digunakan untuk mengestimasi parameter pada model $ARMA$. Jumlah kuadrat residu untuk model $ARMA(p,q)$ dinotasikan $S_*(\phi, \theta)$ yang dinyatakan dengan

$$S_*(\phi, \theta) = \sum_{t=1}^n \varepsilon_t^2 .$$

Untuk mendapatkan estimasi parameter $\hat{\phi}$ dan $\hat{\theta}$ yaitu dengan turunan parsial pertama dari fungsi S_* terhadap ϕ dan θ , lalu disamadengankan dengan nol. Misal dipunyai model $ARMA(1,1)$ dinyatakan dengan

$$r_t = \phi_1 r_{t-1} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}$$

nilai residu ε_t yaitu

$$\varepsilon_t = r_t - \phi_1 r_{t-1} + \theta_1 \varepsilon_{t-1} ,$$

sehingga dapat dituliskan ulang sebagai

$$S_*(\phi_1, \theta_1) = \sum_{t=1}^n \varepsilon_t^2 = \sum_{t=1}^n (r_t - \phi_1 r_{t-1} + \theta_1 \varepsilon_{t-1})^2 .$$

Langkah pertama dalam mengestimasi parameter ϕ_1 yaitu dengan turunan parsial pertama dari fungsi $S_*(\phi_1, \theta_1)$ terhadap parameter ϕ_1 yang dapat dinyatakan dengan

$$\begin{aligned} \frac{\partial S_*(\phi_1, \theta_1)}{\partial \phi_1} &= \frac{\sum_{t=1}^n (r_t - \phi_1 r_{t-1} + \theta_1 \varepsilon_{t-1})^2}{\partial \phi_1} \\ &= -2 \sum_{t=1}^n (r_t - \phi_1 r_{t-1} + \theta_1 \varepsilon_{t-1}) (r_{t-1}) \\ &= -2 \sum_{t=1}^n (r_t r_{t-1} - \phi_1 r_{t-1}^2 + \theta_1 \varepsilon_{t-1} r_{t-1}) . \end{aligned}$$

Langkah kedua yaitu dengan menyamakan dengan nol, sehingga diperoleh estimasi parameter $\hat{\phi}_1$ pada persamaan 2.7

$$\begin{aligned}
-2 \sum_{t=1}^n (r_t r_{t-1} - \hat{\phi}_1 (r_{t-1})^2 + \theta_1 \varepsilon_{t-1} r_{t-1}) &= 0 \\
-\sum_{t=1}^n (r_t r_{t-1} - \hat{\phi}_1 (r_{t-1})^2 + \theta_1 \varepsilon_{t-1} r_{t-1}) &= 0 \\
-\sum_{t=1}^n (r_{t-1} (r_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1}) - \hat{\phi}_1 (r_{t-1})^2) &= 0 \\
-\sum_{t=1}^n (r_{t-1} (r_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1}) + \sum_{t=1}^n (\hat{\phi}_1 (r_{t-1})^2)) &= 0 \\
\sum_{t=1}^n \hat{\phi}_1 (r_{t-1})^2 &= \sum_{t=1}^n (r_{t-1} (r_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1})) \\
\sum_{t=1}^n \hat{\phi}_1 r_{t-1}^2 &= \sum_{t=1}^n (r_{t-1} (r_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1})) \\
\hat{\phi}_1 \sum_{t=1}^n r_{t-1}^2 &= \sum_{t=1}^n (r_{t-1} (r_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1})) \\
\hat{\phi}_1 &= \frac{\sum_{t=1}^n (r_{t-1} (r_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1}))}{\sum_{t=1}^n r_{t-1}^2} \\
\hat{\phi}_1 &= \frac{\sum_{t=1}^n (r_{t-1} (r_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1}))}{\sum_{t=1}^n r_{t-1}} \\
\hat{\phi}_1 &= \frac{\sum_{t=1}^n r_{t-1} + \theta_1 \sum_{t=1}^n \varepsilon_{t-1}}{\sum_{t=1}^n r_{t-1}}. \tag{2.7}
\end{aligned}$$

Langkah pertama dalam mengestimasi parameter θ_1 yaitu dengan turunan parsial pertama dari fungsi $S_*(\phi_1, \theta_1)$ terhadap parameter θ_1 yang dapat dinyatakan dengan

$$\begin{aligned}
\frac{\partial S_*(\phi_1, \theta_1)}{\partial \theta_1} &= \frac{\sum_{t=1}^n (r_t - \phi_1 r_{t-1} + \theta_1 \varepsilon_{t-1})^2}{\partial \theta_1} \\
&= 2 \sum_{t=1}^n (r_t - \phi_1 r_{t-1} + \theta_1 \varepsilon_{t-1}) (\varepsilon_{t-1}) \\
&= 2 \sum_{t=1}^n (r_t \varepsilon_{t-1} - \phi_1 r_{t-1} \varepsilon_{t-1} + \theta_1 \varepsilon_{t-1}^2).
\end{aligned}$$

Langkah kedua yaitu dengan menyamakan persamaan (2.4) dengan nol, sehingga diperoleh estimasi parameter $\hat{\theta}_1$ pada persamaan 2.8

$$\begin{aligned}
2 \sum_{t=1}^n (r_t \varepsilon_{t-1} - \phi_1 r_{t-1} \varepsilon_{t-1} + \hat{\theta}_1 (\varepsilon_{t-1})^2) &= 0 \\
\sum_{t=1}^n (r_t \varepsilon_{t-1} - \phi_1 r_{t-1} \varepsilon_{t-1} + \hat{\theta}_1 (\varepsilon_{t-1})^2) &= 0 \\
\sum_{t=1}^n (\varepsilon_{t-1} (r_t - \phi_1 r_{t-1}) + \hat{\theta}_1 (\varepsilon_{t-1})^2) &= 0 \\
\sum_{t=1}^n (\varepsilon_{t-1} (r_t - \phi_1 r_{t-1}) + \sum_{t=1}^n (\hat{\theta}_1 (\varepsilon_{t-1})^2)) &= 0 \\
\sum_{t=1}^n (\hat{\theta}_1 (\varepsilon_{t-1})^2) &= -\sum_{t=1}^n (\varepsilon_{t-1} (r_t - \phi_1 r_{t-1})) \\
\sum_{t=1}^n \hat{\theta}_1 \varepsilon_{t-1}^2 &= -\sum_{t=1}^n (\varepsilon_{t-1} (r_t - \phi_1 r_{t-1})) \\
\hat{\theta}_1 \sum_{t=1}^n \varepsilon_{t-1}^2 &= -\sum_{t=1}^n (\varepsilon_{t-1} (r_t - \phi_1 r_{t-1})) \\
\hat{\theta}_1 &= \frac{-\sum_{t=1}^n (\varepsilon_{t-1} (r_t - \phi_1 r_{t-1}))}{\sum_{t=1}^n \varepsilon_{t-1}^2}
\end{aligned}$$

$$\hat{\theta}_1 = \frac{-\sum_{t=1}^n r_t + \phi_1 \sum_{t=1}^n r_{t-1}}{\sum_{t=1}^n \varepsilon_{t-1}}. \quad (2.8)$$

Dalam model *univariate*, metode klasik yang banyak digunakan diantaranya adalah *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)* dan *Exponential Smoothing* (Hyndman *et al*, 2009). Model *ARIMA* dapat digunakan pada data yang memiliki pola non-musiman dan musiman. Model *ARIMA* non-musiman dengan *differencing* orde d dinotasikan sebagai *ARIMA* (p,d,q) . Secara matematis model *ARIMA* (p,d,q) dapat ditulis pada persamaan 2.9 (Wei, 2006)

$$\phi_p(B)(1-B)^d Y_t = \theta_0 + \theta_q(B) a_t, \quad (2.9)$$

dimana

$$\phi_p(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p,$$

$$\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q,$$

$$\phi_p(B) = \text{Koefisien komponen AR tanpa periode musiman dengan orde } p,$$

$$\theta_q(B) = \text{Koefisien komponen MA tanpa periode musiman dengan orde } q,$$

$$(1-B)^d = \text{Differencing non-musiman pada orde ke-}d,$$

$$B = \text{Backshift operator},$$

$$a_t = \text{Suatu proses white noise atau galat pada waktu ke-}t \text{ yang}$$

diasumsikan mempunyai rata-rata nol dan variansi σ_a^2 .

Apabila data yang digunakan mengandung pola musiman, maka model *ARIMA* yang digunakan adalah model *ARIMA* musiman. Secara matematis, model *ARIMA* $(P,D,Q)^s$ untuk pola data musiman dirumuskan pada persamaan 2.1

$$\phi_p(B)\Phi_P(B^s)Y_t^* = \theta_0 + \theta_q(B)\Theta_Q(B^s)a_t, \quad (2.10)$$

dimana

$$\Phi_P(B^s) = 1 - \Phi_1 B^{1s} - \Phi_1 B^{2s} - \dots - \Phi_P B^{Ps},$$

$$\Theta_Q(B^s) = 1 - \Theta_1 B^{1s} - \Theta_1 B^{2s} - \dots - \Theta_Q B^{Qs},$$

$$\Phi_P(B^s) = \text{Koefisien komponen AR periode musiman dengan orde } P,$$

$\Theta_Q(B^s)$ = Koefisien komponen *MA* periode musiman dengan orde Q ,

$(1-B^s)^D$ = *Differencing* musiman pada orde ke- D ,

D = Orde *diffrencing* faktor musiman,

S = Jumlah periode waktu per-musim.

Prosedur Box-Jenkins untuk mendapatkan model *ARIMA* terbaik terdiri dari empat tahap, yaitu identifikasi model, penaksiran parameter, pemeriksaan diagnostik, dan penerapan model untuk peramalan.

2.4. Model Volatilitas

Volatility clustering adalah periode di mana harga aset akan menunjukkan guncangan besar untuk periode waktu tertentu kemudian diikuti dengan periode lain yang keadaannya relatif tenang (Gujarati, 2004). Dengan kata lain, terjadi volatilitas yang tinggi pada periode tertentu sedangkan terjadi volatilitas yang rendah pada periode lainnya. Oleh karena itu, volatilitas dapat mengakibatkan adanya efek heteroskedastisitas atau variansi yang tidak konstan. Jika pada residu model *ARMA* terdapat efek heteroskedastisitas, maka diperlukan model yang dapat mengatasi adanya efek heteroskedastisitas.

Engle (1982), memperkenalkan model *ARCH* untuk mengatasi adanya efek heteroskedastisitas pada residu model *ARMA*. Variansi bersyarat σ_t^2 digunakan sebagai fungsi dari residu di masa lalu. Diberikan ψ_t yaitu himpunan semua informasi untuk ε_t dari waktu lampau sampai dengan waktu t dimana ε_t adalah residu dari model *ARMA*(p,q) pada waktu t . Proses ε_t dapat dituliskan sebagai berikut

$$\varepsilon_t = \sigma_t u_t, \quad u_t \sim N(0,1),$$

dengan $\sigma_t^2 = E(\varepsilon_t^2 | \psi_{t-1})$ adalah variansi bersyarat dari residu pada waktu t dan $\sigma_t^2 = E(\varepsilon_t^2 | \psi_{t-1}) = 0$. Secara umum, proses ε_t adalah *ARCH*(m) jika

$$\varepsilon_t | \psi_{t-1} \sim N(0, \sigma_t^2),$$

dengan pada persamaan 2.11

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p \varepsilon_{t-p}^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 \quad (2.11)$$

dimana $\alpha_0 > 0$ serta $\alpha_i \geq 0$ untuk $i > 0$.

Hamilton (1989), parameter *ARCH* dapat diestimasi dengan menggunakan algoritma *Berndt, Hall, Hall and Hausman (BHHH)* berdasarkan fungsi *likelihood*. Algoritma *BHHH* suatu algoritma optimasi numerik yang mengoptimalkan jumlah nilai kuadrat residu. Bollerslev (1986), pernah menggunakan algoritma *BHHH* untuk model *Generalized ARCH (GARCH)*. Algoritma *BHHH* juga dapat digunakan dalam model *ARCH*. Algoritma *BHHH* dituliskan sebagai

$$\omega^{i+1} = \omega^i + \lambda_i \left[\sum_{t=1}^T \frac{\partial \ell_t}{\partial \omega} \frac{\partial \ell_t}{\partial \omega'} \right]^{-1} \sum_{t=1}^T \frac{\partial \ell_t}{\partial \omega},$$

dengan ω^i adalah estimasi parameter setelah iterasi ke- i , λ_i adalah variabel *step length*, ℓ_t adalah fungsi log *likelihood* untuk residu pada waktu t dan $\frac{\partial \ell_t}{\partial \omega}$ turunan pertama fungsi *likelihood* terhadap ω . Menurut Engle (1982), persamaan regresi *ARCH* dinyatakan pada persamaan 2.12

$$r_t = x_t' + \varepsilon_t, \\ r_t = \mu_0 + \mu_1 x_t + \varepsilon_t, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (2.12)$$

dengan T adalah jumlah data, x_t adalah variabel eksogen, $x_t' \mu$ adalah rata-rata dari r_t sebagai kombinasi linier dari variabel eksogen dan *lagged dependent* yang dimuat oleh x_t dan ε_t adalah residu dari model regresi pada waktu t yang mengikuti proses *ARCH*. Diberikan $z_t' = (1, \varepsilon_{t-1}^2, \dots, \varepsilon_{t-m}^2)$ dan $\alpha' = (\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_m)$ sehingga dapat ditulis ulang menjadi

$$\sigma_t^2 = z_t' a = (1, \varepsilon_{t-1}^2, \dots, \varepsilon_{t-m}^2) \begin{pmatrix} \alpha_0 \\ \alpha_1 \\ \vdots \\ \alpha_m \end{pmatrix}$$

fungsi densitas probabilitas dari $\varepsilon_t | \psi_{t-1}$ berdasarkan distribusi normal adalah

$$f(\varepsilon_t | \psi_{t-1}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_t^2}} e^{-\frac{(r_t - x_t' \mu)^2}{2\sigma_t^2}} = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_t^2}} e^{-\frac{\varepsilon_t^2}{2\sigma_t^2}}$$

fungsi log *likelihood* untuk observasi pada waktu t adalah

$$\ell_t = \log f(\varepsilon_t | \psi_{t-1}) \\ = \log \left[\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_t^2}} e^{-\frac{(r_t - x_t' \mu)^2}{2\sigma_t^2}} \right]$$

$$\begin{aligned}
&= \log \left[\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_t^2}} e^{-\frac{\varepsilon_t^2}{2\sigma_t^2}} \right] \\
&= \log \left[(2\pi\sigma_t^2)^{-\frac{1}{2}} e^{-\frac{\varepsilon_t^2}{2\sigma_t^2}} \right] \\
&= -\frac{1}{2} \log(2\pi\sigma_t^2) - \frac{\varepsilon_t^2}{2\sigma_t^2} \\
&= -\frac{1}{2} \log 2\pi - \frac{1}{2} \log \sigma_t^2 - \frac{\varepsilon_t^2}{2\sigma_t^2}. \tag{2.13}
\end{aligned}$$

Langkah pertama dalam mengestimasi parameter variansi α adalah dengan menggunakan turunan pertama pada persamaan 2.13 fungsi *log likelihood*

$$\begin{aligned}
\frac{\partial \ell_t}{\partial a} &= \frac{\partial \ell_t}{\partial \sigma_t^2} \frac{\partial \sigma_t^2}{\partial a} \\
&= \frac{\partial \left(-\frac{1}{2} \log 2\pi - \frac{1}{2} \log \sigma_t^2 - \frac{\varepsilon_t^2}{2\sigma_t^2} \right)}{\partial \sigma_t^2} \frac{\partial \sigma_t^2}{\partial a} \\
&= \left[-\frac{1}{2\sigma_t^2} + \frac{\varepsilon_t^2}{2(\sigma_t^2)^2} \right] \frac{\partial \sigma_t^2}{\partial a} \\
&= -\frac{1}{2\sigma_t^2} \frac{\partial \sigma_t^2}{\partial a} + \frac{\varepsilon_t^2}{2(\sigma_t^2)^2} \frac{\partial \sigma_t^2}{\partial a} \\
&= \frac{1}{2\sigma_t^2} \frac{\partial \sigma_t^2}{\partial a} \left[\frac{\varepsilon_t^2}{\sigma_t^2} - 1 \right]
\end{aligned}$$

dengan demikian, turunan pertama dari persamaan fungsi *likelihood* terhadap α_0 dan α_i berturut-turut disajikan pada persamaan 2.14

$$\begin{aligned}
\frac{\partial \ell_t}{\partial a_0} &= \frac{1}{2\sigma_t^2} \left[\frac{\varepsilon_t^2}{\sigma_t^2} - 1 \right] \\
\frac{\partial \ell_t}{\partial a_i} &= \frac{1}{2\sigma_t^2} [\sum_{i=1}^m \varepsilon_{t-i}^2] \left[\frac{\varepsilon_t^2}{\sigma_t^2} - 1 \right] \tag{2.14}
\end{aligned}$$

Langkah kedua untuk memperoleh hasil estimasi parameter variansi α menggunakan algoritma *BHHH* adalah sebagai berikut

$$a^{i+1} = a^i + \lambda_i \left[\sum_{t=1}^T \frac{\partial \ell_t}{\partial a} \frac{\partial \ell_t}{\partial a'} \right]^{-1} \sum_{t=1}^T \frac{\partial \ell_t}{\partial a}$$

$$a^{i+1} = a^i + \lambda_i \left[\sum_{t=1}^T \left(\frac{1}{2\sigma_t^2} \frac{\partial \sigma_t^2}{\partial a} \left(\frac{\varepsilon_t^2}{\sigma_t^2} - 1 \right) \right) \left(\frac{1}{2\sigma_t^2} \frac{\partial \sigma_t^2}{\partial a} \left(\frac{\varepsilon_t^2}{\sigma_t^2} - 1 \right) \right)' \right]^{-1} \sum_{t=1}^T \frac{1}{2\sigma_t^2} \frac{\partial \sigma_t^2}{\partial a} \left(\frac{\varepsilon_t^2}{\sigma_t^2} - 1 \right),$$

iterasi a^{i+1} dapat ditulis ke dalam bentuk matriks pada persamaan 2.15

$$a^{i+1} = a^i + \lambda_i [HH']^{-1} HG, \quad (2.15)$$

dengan

$$H = \begin{bmatrix} h_1 \\ h_2 \\ \vdots \\ h_T \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial \ell_1}{\partial a_0} & \frac{\partial \ell_1}{\partial a_1} & \dots & \frac{\partial \ell_1}{\partial a_m} \\ \frac{\partial \ell_2}{\partial a_0} & \frac{\partial \ell_2}{\partial a_1} & \dots & \frac{\partial \ell_2}{\partial a_m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial \ell_T}{\partial a_0} & \frac{\partial \ell_T}{\partial a_1} & \dots & \frac{\partial \ell_T}{\partial a_m} \end{bmatrix},$$

dimana

$$\frac{\partial \ell_t}{\partial a_0} = \frac{1}{2\sigma_t^2} \left[\frac{\varepsilon_t^2}{\sigma_t^2} - 1 \right]$$

$$\frac{\partial \ell_t}{\partial a_i} = \frac{1}{2\sigma_t^2} \left[\sum_{i=1}^m \varepsilon_{t-i}^2 \right] \left[\frac{\varepsilon_t^2}{\sigma_t^2} - 1 \right]$$

dengan $t = 1, 2, \dots, T$ $i = 1, 2, \dots, m$ dan $G = [1, 1, \dots, 1]'$ adalah matriks $T \times 1$.

Langkah pertama dalam mengestimasi parameter rata-rata μ adalah dengan menggunakan turunan pertama fungsi log *likelihood* dan diperoleh

$$\begin{aligned} \frac{\partial \ell_t}{\partial \mu} &= \frac{\partial \ell_t}{\partial \varepsilon_t} \frac{\partial \varepsilon_t}{\partial \mu} + \frac{\partial \ell_t}{\partial \sigma_t^2} \frac{\partial \sigma_t^2}{\partial \mu} \\ &= \frac{\varepsilon_t x'_t}{\sigma_t^2} + \left[-\frac{1}{2\sigma_t^2} + \frac{\varepsilon_t^2}{2(\sigma_t^2)^2} \right] \frac{\partial \sigma_t^2}{\partial \mu} \\ &= \frac{\varepsilon_t x'_t}{\sigma_t^2} - \frac{1}{2\sigma_t^2} \frac{\partial \sigma_t^2}{\partial \mu} + \frac{\varepsilon_t^2}{2(\sigma_t^2)^2} \frac{\partial \sigma_t^2}{\partial \mu} \\ &= \frac{\varepsilon_t x'_t}{\sigma_t^2} + \frac{1}{2\sigma_t^2} \frac{\partial \sigma_t^2}{\partial \mu} \left[\frac{\varepsilon_t^2}{\sigma_t^2} - 1 \right], \end{aligned}$$

dengan demikian, turunan pertama dari fungsi likelihood terhadap μ_0 dan μ_1 berturut-turut disajikan pada persamaan 2.16

$$\begin{aligned}\frac{\partial \ell_t}{\partial \mu_0} &= \frac{\varepsilon_t x'_t}{\sigma_t^2} + \frac{1}{2\sigma_t^2} \left[\frac{\varepsilon_t^2}{\sigma_t^2} - 1 \right] \\ \frac{\partial \ell_1}{\partial \mu_1} &= \frac{\varepsilon_t x'_t}{\sigma_t^2} + \frac{1}{2\sigma_t^2} [-2a_1 \varepsilon_{t-1} x'_{t-1}] \left[\frac{\varepsilon_t^2}{\sigma_t^2} - 1 \right].\end{aligned}\quad (2.16)$$

Langkah kedua untuk memperoleh hasil estimasi parameter variansi μ menggunakan algoritma *BHHH* adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned}\mu^{i+1} &= \mu^i + \lambda_i \left[\sum_{t=1}^T \frac{\partial \ell_t}{\partial \mu} \frac{\partial \ell_t}{\partial \mu'} \right]^{-1} \sum_{t=1}^T \frac{\partial \ell_t}{\partial \mu} \\ \mu^{i+1} &= \mu^i + \lambda_i \left[\sum_{t=1}^T \left(\frac{\varepsilon_t x'_t}{\sigma_t^2} \right. \right. \\ &\quad \left. \left. + \frac{1}{2\sigma_t^2} \frac{\partial \sigma_t^2}{\partial \mu} \left(\frac{\varepsilon_t^2}{\sigma_t^2} - 1 \right) \right) \left(\frac{\varepsilon_t x'_t}{\sigma_t^2} + \frac{1}{2\sigma_t^2} \frac{\partial \sigma_t^2}{\partial \mu} \left(\frac{\varepsilon_t^2}{\sigma_t^2} - 1 \right) \right) \right]^{-1} \\ &\quad \sum_{t=1}^T \frac{\varepsilon_t x'_t}{\sigma_t^2} + \frac{1}{2\sigma_t^2} \frac{\partial \sigma_t^2}{\partial \mu} \left(\frac{\varepsilon_t^2}{\sigma_t^2} - 1 \right),\end{aligned}$$

iterasi μ^{i+1} dapat ditulis ke dalam bentuk matriks pada persamaan 2.17

$$\mu^{i+1} = \mu^i + \lambda_i [KK']^{-1} KG \quad (2.17)$$

dengan

$$K = \begin{bmatrix} \frac{\partial \ell_1}{\partial \mu_0} & \frac{\partial \ell_1}{\partial \mu_1} \\ \frac{\partial \ell_2}{\partial \mu_0} & \frac{\partial \ell_2}{\partial \mu_1} \\ \vdots & \vdots \\ \frac{\partial \ell_T}{\partial \mu_0} & \frac{\partial \ell_T}{\partial \mu_1} \end{bmatrix},$$

dimana

$$\frac{\partial \ell_t}{\partial \mu_j} = \frac{\varepsilon_t x'_t}{\sigma_t^2} + \frac{1}{2\sigma_t^2} \left[-2 \sum_{j=1}^m a_j \varepsilon_{t-j} x'_{t-j} \right] \left[\frac{\varepsilon_t^2}{\sigma_t^2} - 1 \right]$$

dengan $t = 1, 2, \dots, T$ $j = 1, 2, \dots, m$ dan $G = [1, 1, \dots, 1]'$ adalah matriks $T \times 1$.

Setelah diperoleh hasil estimasi parameter model, selanjutnya dilakukan pemilihan model terbaik berdasarkan kriteria informasi yaitu Akaike *Information Criterion* (*AIC*).

2.5. Kriteria Informasi

Kriteria informasi digunakan untuk memilih model terbaik yang dipilih berdasarkan nilai *AIC*. Kriteria tersebut dapat dituliskan pada persamaan 2.18

$$AIC = -2 \frac{\ell}{T} + 2 \frac{k}{T} \quad (2.18)$$

dengan ℓ adalah fungsi log *likelihood*, k adalah banyaknya parameter yang diestimasi dan T adalah banyaknya observasi. Model terbaik yang dipilih adalah model dengan nilai *AIC* terkecil (Tsay, 2005). Setelah diperoleh model terbaik dilanjutkan dengan uji diagnostik model.

2.6. Uji Diagnostik Model

Model dikatakan baik apabila memenuhi uji yang menyebabkan model tersebut dapat digunakan, uji tersebut disebut uji diagnostik model. Cara mengetahui apakah model *ARIMA* yang diperoleh baik untuk digunakan, maka dilakukan uji diagnostik model yang meliputi uji autokorelasi residu, uji efek heteroskedastisitas dan uji normalitas residu.

A. Uji Autokorelasi

Model rata-rata bersyarat dan model heteroskedastisitas dikatakan baik apabila residu yang dihasilkan sudah tidak memiliki autokorelasi. Autokorelasi dapat didefinisikan sebagai hubungan suatu variabel dengan dirinya sendiri. Suatu model dikatakan baik jika tidak terdapat autokorelasi pada residu yang dihasilkan. Tsay (2005), autokorelasi pada residu dapat diperiksa melalui uji Ljung-Box dengan hipotesis sebagai berikut.

$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_m = 0$ (tidak terdapat autokorelasi di dalam residu sampai lag ke- m)

H_0 : paling sedikit terdapat satu $\rho_i \neq 0$ untuk $i = 1, 2, \dots, m$ (terdapat autokorelasi di dalam residu sampai lag ke- m)

Statistik uji Ljung-Box dituliskan pada persamaan 2.19

$$Q = T(T + 2) \sum_{k=1}^m \frac{\hat{\rho}_k^2}{T-k} \quad (2.19)$$

dengan T adalah jumlah data log *return*, k adalah jumlah *lag* ke- k , $\hat{\rho}_k$ adalah nilai autokorelasi sampai *lag* ke- k dan m adalah *lag* maksimum yang diuji. Daerah kritis H_0 ditolak jika $Q > \chi_m^2$ atau $p - value < \alpha$ dengan α adalah tingkat signifikansi.

B. Uji Efek Heteroskedastisitas

Engle (1982), uji efek heteroskedastisitas dapat dilakukan menggunakan uji pengali Lagrange dengan hipotesis sebagai berikut

$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_m = 0$ (tidak terdapat efek heteroskedastisitas sampai *lag* ke- m)

H_1 : paling sedikit terdapat satu $\beta_i \neq 0$ untuk $i = 1, 2, \dots, m$ (terdapat efek heteroskedastisitas sampai *lag* ke- m)

Statistik uji pengali Lagrange dituliskan pada persamaan 2.20

$$\xi = TR^2, \quad (2.20)$$

dengan T adalah ukuran sampel dan R^2 adalah koefisien determinasi. Statistik uji ξ dibandingkan dengan nilai tabel χ_k^2 . Daerah kritis H_0 ditolak jika $\xi > \chi_k^2$ atau $p - value < \alpha$ dengan α adalah tingkat signifikansi.

C. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah residu yang dihasilkan mengikuti distribusi normal atau tidak. Das dan Amaresh (2017), menyatakan salah satu uji yang dapat digunakan untuk mengetahui kenormalan residu pada gabungan model volatilitas dan Markov *switching* adalah uji Kolmogorov-Smirnov. Hassani dan Silva (2015), Hipotesis untuk uji Kolmogorov-Smirnov adalah sebagai berikut

H_0 : residu model berdistribusi normal

H_1 : residu model tidak berdistribusi normal

Statistik uji Kolmogorov-Smirnov dirumuskan pada persamaan 2.21

$$D_n = \max_x (|F_n(x) - F(x)|) \quad (2.21)$$

dengan $F_n(x)$ adalah probabilitas kumulatif normal dan $F(x)$ adalah probabilitas kumulatif empiris. Daerah kritis H_0 ditolak jika $D_n > D_{(\alpha, n)}$ atau $p - value > \alpha$ dengan α adalah tingkat signifikansi, dan n adalah jumlah dari observasi. Setelah uji diagnostik model terpenuhi selanjutnya melakukan analisis *cluster* untuk mengetahui jumlah *cluster* terbaik.

2.7. Analisis Cluster

Analisis *cluster* merupakan salah satu teknik yang mempunyai tujuan utama mengelompokkan objek-objek pengamatan menjadi beberapa kelompok berdasarkan karakteristik yang dimilikinya. Brooks (2002), *volatility clustering* atau penggabungan volatilitas pada data keuangan selalu mengikuti kecenderungan perubahan besar kecil dan cenderung berkorelasi positif dengan levelnya selama periode-periode sebelumnya. Madhulatha (2012), di dalam analisis *cluster* terdapat dua algoritma yaitu hierarki (*Agglomerative Hierarchical Clustering*) dan non hierarki (*Non-Hierarchical Agglomerative*). Dalam penelitian kali ini akan digunakan salah satu metode pendekatan hierarkis yaitu metode *ward*. Metode *ward* didasarkan pada *sum square of error* (SSE).

Metode *ward* bertujuan untuk memperoleh *cluster* yang memiliki varians internal *cluster* yang sekecil mungkin. Metode varians yang umum dipakai adalah metode dimana rata-rata untuk setiap *cluster* dihitung. Lalu, dihitung jarak euclidean antara setiap obyek dan nilai rata-rata itu, lalu jarak itu dihitung semua. Pada setiap tahap, dua *cluster* yang memiliki kenaikan *sum of squares* dalam *cluster* yang terkecil digabungkan.

Metode *ward* merupakan suatu metode pembentukan *cluster* yang didasari oleh hilangnya informasi akibat penggabungan obyek menjadi *cluster*. Hal ini diukur dengan menggunakan jumlah total dari deviasi kuadrat pada mean *cluster* untuk setiap pengamatan. *Error sum of squares* (SSE) digunakan sebagai fungsi obyektif. Dua obyek akan digabungkan jika mempunyai fungsi obyektif terkecil diantara kemungkinan yang ada, (Rencher, 2008). Disajikan pada persamaan 2.22

$$SSE_{uv} = \sum_{i=1}^{n_{uv}} (X_i - \bar{X}_{uv})' (X_i - \bar{X}_{uv}) \quad (2.22)$$

dengan

X_i : nilai objek ke- i , $i = 1, 2, 3, \dots, n$

\bar{X} : rata-rata nilai objek dalam *cluster*

n : banyaknya objek

n_U : banyaknya titik pada *cluster* U

n_V : banyaknya titik pada *cluster* U dan V

n_{UV} : banyaknya titik pada *cluster* UV

$$\bar{X}_{uv} = \frac{n_U \bar{X}_U + n_V \bar{X}_V}{n_U + n_V}$$

Langkah penyelesaian dengan metode *ward* adalah

- dimulai dengan memperhatikan N *cluster* yang mempunyai satu responden per *cluster* (semua responden dianggap sebagai *cluster*). Pada tahap pertama ini SSE bernilai nol,
- cluster* pertama dibentuk dengan memilih dua dari N *cluster* yang memiliki nilai SSE terkecil,
- $N - 1$ kumpulan *cluster* kemudian diperhatikan kembali untuk menentukan dua dari *cluster* ini yang bisa meminimalkan heterogenan. Dengan demikian N *cluster* secara sistematis dikurangi $N - 1$,
- Mengulangi langkah 3 dan 4, sampai diperoleh satu *cluster* atau semua responden bergabung menjadi satu *cluster*.

Setelah didapatkan jumlah *cluster* terbaik selanjutnya mencari model Markov *Switching* menggunakan asumsi jumlah state sama dengan jumlah *cluster* terbaik.

2.8. Model Markov Switching

Model Markov *switching* merupakan alternatif pemodelan data runtun waktu yang mengalami perubahan kondisi. Perubahan kondisi yang terjadi dalam model Markov *switching* tidak dianggap sebagai suatu hasil peristiwa deterministik tetapi sebagai hasil peristiwa variabel random tak teramati dan dalam literatur sering disebut *state*. Hamilton dan Susmel (1994), mengacu pada Hamilton (1989) model Markov *switching* untuk rata-rata bersyarat dapat dituliskan pada persamaan 2.23

$$r_t = \mu_{st} + \tilde{r}_t \quad (2.23)$$

dengan r_t adalah variabel yang teramati, \tilde{r}_t adalah variabel yang mengikuti proses $AR(p)$ dengan rata-rata nol dan μ_{st} adalah rata-rata dalam Markov *switching*. Hamilton (1989), model Markov *switching* dari proses *time series* untuk *state* pada waktu t dapat dituliskan sebagai berikut

$$r_t - \mu_{st} = \sum_{i=1}^p \phi_i (r_{t-i} - \mu_{s_{t-i}}) + \varepsilon_t$$

dengan r_t adalah variabel yang teramati, ε_t adalah residu dari persamaan rata-rata dan rata-rata bersyarat dimodelkan sebagai proses $AR(p)$ dengan rata-rata dalam

model Markov *switching*, yaitu μ_{st} bergantung pada *state* s_t , artinya μ_{st} mengindikasikan μ_1 jika $s_t = 1$, μ_2 jika $s_t = 2$, μ_3 jika $s_t = 3$ dan seterusnya hingga μ_p jika $s_t = p$.

Hamilton (1989), menggunakan orde pertama Markov *Chain* untuk memodelkan *state*. Apabila probabilitas *state* s_t sama dengan nilai tertentu sebesar j , untuk $j \in 1,2$ yang dependen terhadap nilai masa lalunya dan hanya berdasarkan nilai s_{t-1} yang terkini (*most recent value*) maka probabilitas transisinya dapat dituliskan sebagai

$$\begin{aligned} P[s_t = j | s_{t-1} = i] &= p_{ij} \\ P[s_t = 0 | s_{t-1} = 0] &= p_{11} \quad P[s_t = 0 | s_{t-1} = 1] = p_{21} \\ P[s_t = 1 | s_{t-1} = 0] &= p_{12} \quad P[s_t = 1 | s_{t-1} = 1] = p_{22}, \end{aligned}$$

penulisan matriks probabilitas transisinya pada persamaan 2.24

$$p = \begin{pmatrix} p_{11} & p_{21} \\ p_{12} & p_{22} \end{pmatrix} \quad (2.24)$$

Selanjutnya apabila probabilitas *state* s_t sama dengan nilai tertentu sebesar j , untuk $j \in 1,2,3$ yang dependen terhadap nilai masa lalunya dan berdasarkan nilai s_{t-1} yang terkini (*most recent value*) maka probabilitas transisinya dapat dituliskan sebagai

$$\begin{aligned} P[s_t = j | s_{t-1} = i] &= p_{ij} \\ P[s_t = 0 | s_{t-1} = 0] &= p_{11}, P[s_t = 0 | s_{t-1} = 1] = p_{21}, P[s_t = 0 | s_{t-1} = 2] = p_{31} \\ P[s_t = 1 | s_{t-1} = 0] &= p_{12}, P[s_t = 1 | s_{t-1} = 1] = p_{22}, P[s_t = 1 | s_{t-1} = 2] = p_{32} \\ P[s_t = 2 | s_{t-1} = 0] &= p_{13}, P[s_t = 2 | s_{t-1} = 1] = p_{23}, P[s_t = 2 | s_{t-1} = 2] = p_{33}, \end{aligned}$$

penulisan matriks probabilitas transisinya pada persamaan 2.25

$$p = \begin{pmatrix} p_{11} & p_{21} & p_{31} \\ p_{12} & p_{22} & p_{32} \\ p_{13} & p_{23} & p_{33} \end{pmatrix} \quad (2.25)$$

Model Markov *switching* merupakan model yang mampu menjelaskan adanya perubahan kondisi namun tidak dapat menjelaskan pergeseran volatilitas dengan baik. Oleh karena itu digunakan model yang baik untuk mengatasi perubahan kondisi yaitu model Markov *switching ARCH* (SWARCH).

2.9. Model SWARCH

Hamilton dan Susmel (1994), model *SWARCH* dituliskan pada persamaan 2.26 dan 2.27

$$r_t = \mu_{s_t} + \tilde{r}_t, \text{ dan } \tilde{r}_t = \sum_{i=1}^p \phi_i r_{t-i} + \varepsilon_t \quad (2.26)$$

$$\varepsilon_t = \sigma_t u_t,$$

$$u_t \sim N(0,1),$$

$$\varepsilon_t | \psi_{t-1} \sim N(0, \sigma_t^2),$$

$$\sigma_{t,s_t}^2 = \alpha_{0,s_t} + \sum_{i=1}^m \alpha_{i,s_t} a_{t-i}^2 \quad (2.27)$$

dengan r_t adalah log *return* pada waktu t , ε_t adalah residu model *ARMA*, ψ_{t-1} adalah semua informasi pada periode $t - 1$.

Parameter model *SWARCH* diestimasi menggunakan algoritma *expected maximum (EM)* dari fungsi maksimum *likelihood*. Fungsi densitas bersyarat dari r_t berdasarkan variabel random s_t yang bernilai j dapat dituliskan sebagai

$$f(r_t | s_t = j, \psi_{t-1}; \theta) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_j^2}} e^{-\frac{(r_t - \mu_j)^2}{2\sigma_j^2}}.$$

Nilai probabilitas untuk sebuah *state* sebagai variabel random tak teramati dinotasikan dengan

$$P_r(s_t = j | \psi_{t-1}; \theta) = p^{jt}, \text{ untuk } j = 0, 1, 2$$

sehingga fungsi distribusi bersamanya dituliskan pada persamaan 2.28

$$\begin{aligned} P_r(r_t, s_t = j | \psi_{t-1}; \theta) &= f(r_t | s_t = j, \psi_{t-1}; \theta) P_r(s_t = j | \psi_{t-1}; \theta) \\ &= \frac{p^{jt}}{\sqrt{2\pi\sigma_j^2}} e^{-\frac{(r_t - \mu_j)^2}{2\sigma_j^2}} \end{aligned} \quad (2.28)$$

Fungsi *likelihood* dari r_t didapatkan dari menjumlahkan persamaan untuk semua kemungkinan nilai j .

$$f(r_t | \psi_{t-1}; \theta) = \sum_{j=0}^2 P_r(r_t, s_t = j | \psi_{t-1}; \theta),$$

dengan demikian, diperoleh fungsi log *likelihood*

$$\ell(\theta) = \ln L = \sum_{t=1}^T f(r_t | \psi_{t-1}; \theta).$$

Setelah memperoleh nilai densitas dari r_t , selanjutnya dapat dicari nilai probabilitas bersyarat dari s_t yaitu dituliskan pada persamaan 2.29

$$\begin{aligned}
P_r(s_t = j | r_t, \psi_{t-1}, \boldsymbol{\theta}) &= \frac{P_r(r_t, s_t = j | \psi_{t-1}; \boldsymbol{\theta})}{f(r_t | \psi_{t-1}; \boldsymbol{\theta})} \\
&= \frac{f(r_t | s_t = j, \psi_{t-1}; \boldsymbol{\theta}) P_r(s_t = j | \psi_{t-1}; \boldsymbol{\theta})}{\sum_{j=0}^2 f(r_t | s_t = j, \psi_{t-1}; \boldsymbol{\theta}) P_r(s_t = j | \psi_{t-1}; \boldsymbol{\theta})}.
\end{aligned} \tag{2.29}$$

Turunan pertama fungsi log *likelihood* terhadap vektor parameter populasi $\boldsymbol{\theta}$ dituliskan pada persamaan 2.30

$$\frac{\partial \ell(\boldsymbol{\theta})}{\partial \boldsymbol{\theta}} = \sum_{t=1}^T \frac{1}{f(r_t | \psi_{t-1}; \boldsymbol{\theta})} \frac{\partial f(r_t | \psi_{t-1}; \boldsymbol{\theta})}{\partial \boldsymbol{\theta}}. \tag{2.30}$$

Turunan pertama fungsi densitas r_t terhadap μ_j dan σ_j^2 disajikan pada persamaan 2.31 dan 2.32

$$\frac{\partial f(r_t | \psi_{t-1}; \boldsymbol{\theta})}{\partial \mu_j} = \frac{(r_t - \mu_j)}{\sigma_j^2} P_r(r_t, s_t = j | \psi_{t-1}; \boldsymbol{\theta}) \tag{2.31}$$

$$\frac{\partial f(r_t | \psi_{t-1}; \boldsymbol{\theta})}{\partial \sigma_j^2} = \left(\frac{(r_t - \mu_j)^2}{2\sigma_j^4} - \frac{1}{2\sigma_j^2} \right) P_r(r_t, s_t = j | \psi_{t-1}; \boldsymbol{\theta}), \tag{2.32}$$

Turunan pertama log *likelihood* terhadap μ_j dan σ_j^2 pada persamaan 2.33 dan 2.34

$$\begin{aligned}
\frac{\partial \ell(\boldsymbol{\theta})}{\partial \mu_j} &= \sum_{t=1}^T \frac{1}{f(r_t | \psi_{t-1}; \boldsymbol{\theta})} \frac{\partial f(r_t | \psi_{t-1}; \boldsymbol{\theta})}{\partial \mu_j} \\
&= \sum_{t=1}^T \frac{r_t - \mu_j}{\sigma_j^2} P_r(s_t = j | r_t, \psi_{t-1}; \boldsymbol{\theta})
\end{aligned} \tag{2.33}$$

$$\begin{aligned}
\frac{\partial \ell(\boldsymbol{\theta})}{\partial \sigma_j^2} &= \sum_{t=1}^T \frac{1}{f(r_t | \psi_{t-1}; \boldsymbol{\theta})} \frac{\partial f(r_t | \psi_{t-1}; \boldsymbol{\theta})}{\partial \sigma_j^2} \\
&= \sum_{t=1}^T \left(\frac{(r_t - \mu_j)^2}{2\sigma_j^4} - \frac{1}{2\sigma_j^2} \right) P_r(s_t = j | r_t, \psi_{t-1}; \boldsymbol{\theta}).
\end{aligned} \tag{2.34}$$

Estimasi $\hat{\mu}_j$ dan $\hat{\sigma}_j^2$ diperoleh dari turunan pertama fungsi log *likelihood* terhadap μ_j dan σ_j^2 disamadengankan nol, pada persamaan 2.35 dan 2.36

$$\hat{\mu}_j = \frac{\sum_{t=1}^T (r_t) P_r(s_t = j | r_t, \psi_{t-1}; \hat{\boldsymbol{\theta}})}{T \sum_{t=1}^T P_r(s_t = j | r_t, \psi_{t-1}; \hat{\boldsymbol{\theta}})} \tag{2.35}$$

$$\hat{\sigma}_j^2 = \frac{\sum_{t=1}^T (r_t - \hat{\mu}_j)^2 P_r(s_t = j | r_t, \psi_{t-1}; \hat{\boldsymbol{\theta}})}{T \sum_{t=1}^T P_r(s_t = j | r_t, \psi_{t-1}; \hat{\boldsymbol{\theta}})}. \tag{2.36}$$

Tetapi hasil estimasi maksimum *likelihood* mengandung parameter $\boldsymbol{\theta}$, sehingga digunakan algoritma *EM* untuk mendapatkan estimasi maksimum *likelihood*.

Algoritma *EM* dimulai dari nilai awal $\theta = \theta_0$. Nilai θ_0 digunakan untuk menghitung nilai probabilitas $P_r(s_t = j | r_t, \psi_{t-1}; \hat{\theta})$ dan nilai pada sisi kanan persamaan $\hat{\mu}_j$ dan $\hat{\sigma}_j^2$ dengan θ_0 sebagai pengganti $\hat{\theta}$. Dengan demikian akan diperoleh nilai estimasi baru pada sisi kiri persamaan $\hat{\mu}_j$ dan $\hat{\sigma}_j^2$ sebagai θ_1 . Hasil estimasi θ_1 akan digunakan untuk menghitung nilai probabilitas $P_r(s_t = j | r_t, \psi_{t-1}; \theta_1)$ dan nilai pada sisi kanan persamaan $\hat{\mu}_j$ dan $\hat{\sigma}_j^2$ sehingga diperoleh estimasi θ_2 . Iterasi akan berlanjut sampai selisih antara θ_{m+1} dan θ_m lebih kecil dari kriteria kekonvergenannya.

2.10. Filtered Probability dan Smoothed Probabilities

Proses *filtering* dijalankan untuk mendapatkan peluang nilai suatu *state* pada saat t berdasarkan data pengamatan dari awal sampai saat t . Hermosillo dan Hesse (2009), periode data yang menunjukkan nilai *filtered probability* kurang dari 0.4 diasumsikan berada pada *state* 1 dengan kondisi volatilitas rendah atau dapat dikatakan kondisi stabil yaitu antara 0.4 sampai 0.6 diasumsikan berada pada *state* 2 dengan kondisi volatilitas sedang atau dapat diartikan rawan terjadi krisis, dan lebih dari 0.6 berada pada *state* 3 dengan kondisi volatilitas tinggi atau dapat diartikan terjadi krisis pada periode data tersebut. *Filtered probability* pada saat kondisi volatilitas tinggi disebut sebagai *inferred probability*. Kim dan Nelson (1999), persamaan untuk proses *filtering* dapat dituliskan sebagai

$$\begin{aligned} P_r(S_t = j, S_{t-1} = i | \psi_t; \theta) &= P_r(S_t = j, S_{t-1} = i | \psi_{t-1}; r_t; \theta) \\ &= \frac{f(r_t, s_t = j, s_{t-1} = i | \psi_{t-1}; \theta)}{f(r_t | \psi_{t-1}; \theta)} \\ &= \frac{f(r_t | s_t = j, s_{t-1} = i | \psi_{t-1}; \theta) P_r(s_t = j, s_{t-1} = i | \psi_{t-1}; \theta)}{\sum_{j=1}^3 \sum_{i=1}^3 f(r_t | s_t = j, s_{t-1} = i | \psi_{t-1}; \theta) P_r(s_t = j | s_{t-1} = i) P_r(s_t = i | \psi_{t-1}; \theta)} \end{aligned}$$

Nilai *filtered probability* suatu *state* dapat dihitung dengan

$$f(s_t = j | \psi_{t-1}; \theta) = \sum_{i=1}^3 P_r(s_t = j, (s_{t-1} = i | \psi_{t-1}; \theta)).$$

Sopipan *et al.* (1989), *filtered probability* dalam kondisi volatilitas rendah dapat dituliskan pada persamaan 2.37

$$\begin{aligned} P_r(S_t = 1 | \psi_t) &= P_r(S_t = 1, S_{t-1} = 1 | \psi_t) + P_r(S_t = 1, S_{t-1} = 2 | \psi_t) \\ &\quad + P_r(S_t = 1, S_{t-1} = 3 | \psi_t) \end{aligned} \quad (2.37)$$

dengan

$$\begin{aligned}
P_r(S_t = 1, S_{t-1} = 1 | \psi_t) &= \frac{f(r_t | S_t = 1, S_{t-1} = 1, \psi_{t-1}) P_r(S_t = 1, S_{t-1} = 1 | \psi_{t-1})}{f(r_t | \psi_{t-1})} \\
P_r(S_t = 1, S_{t-1} = 2 | \psi_t) &= \frac{f(r_t | S_t = 1, S_{t-1} = 2, \psi_{t-1}) P_r(S_t = 1, S_{t-1} = 2 | \psi_{t-1})}{f(r_t | \psi_{t-1})} \\
P_r(S_t = 1, S_{t-1} = 3 | \psi_t) &= \frac{f(r_t | S_t = 1, S_{t-1} = 3, \psi_{t-1}) P_r(S_t = 1, S_{t-1} = 3 | \psi_{t-1})}{f(r_t | \psi_{t-1})},
\end{aligned}$$

dimana

$$\begin{aligned}
P_r(S_t = 1, S_{t-1} = 1 | \psi_{t-1}) &= P_r(S_t = 1 | S_{t-1} = 1, \psi_{t-1}) P_r(S_t = 1 | \psi_{t-1}) \\
P_r(S_t = 1, S_{t-1} = 2 | \psi_{t-1}) &= P_r(S_t = 1 | S_{t-1} = 2, \psi_{t-1}) P_r(S_t = 2 | \psi_{t-1}) \\
P_r(S_t = 1, S_{t-1} = 3 | \psi_{t-1}) &= P_r(S_t = 1 | S_{t-1} = 3, \psi_{t-1}) P_r(S_t = 3 | \psi_{t-1}) \\
f(r_t | S_t = 1, S_{t-1} = 1, \psi_{t-1}) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_1^2}} \exp\left(-\frac{(r_t - \mu_1)^2}{2\sigma_1^2}\right) \\
f(r_t | S_t = 1, S_{t-1} = 2, \psi_{t-1}) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_1^2}} \exp\left(-\frac{(r_t - \mu_1)^2}{2\sigma_1^2}\right) \\
f(r_t | S_t = 1, S_{t-1} = 3, \psi_{t-1}) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_1^2}} \exp\left(-\frac{(r_t - \mu_1)^2}{2\sigma_1^2}\right) \\
f(r_t | \psi_{t-1}) &= f(r_t | S_t = 1, S_{t-1} = 1, \psi_{t-1}) P_r(S_t = 1, S_{t-1} = 1 | \psi_{t-1}) \\
&+ f(r_t | S_t = 1, S_{t-1} = 2, \psi_{t-1}) P_r(S_t = 1, S_{t-1} = 2 | \psi_{t-1}) \\
&+ f(r_t | S_t = 1, S_{t-1} = 3, \psi_{t-1}) P_r(S_t = 1, S_{t-1} = 3 | \psi_{t-1}) \\
&+ f(r_t | S_t = 2, S_{t-1} = 1, \psi_{t-1}) P_r(S_t = 2, S_{t-1} = 1 | \psi_{t-1}) \\
&+ f(r_t | S_t = 2, S_{t-1} = 2, \psi_{t-1}) P_r(S_t = 2, S_{t-1} = 2 | \psi_{t-1}) \\
&+ f(r_t | S_t = 2, S_{t-1} = 3, \psi_{t-1}) P_r(S_t = 2, S_{t-1} = 3 | \psi_{t-1}) \\
&+ f(r_t | S_t = 3, S_{t-1} = 1, \psi_{t-1}) P_r(S_t = 3, S_{t-1} = 1 | \psi_{t-1}) \\
&+ f(r_t | S_t = 3, S_{t-1} = 2, \psi_{t-1}) P_r(S_t = 3, S_{t-1} = 2 | \psi_{t-1}) \\
&+ f(r_t | S_t = 3, S_{t-1} = 3, \psi_{t-1}) P_r(S_t = 3, S_{t-1} = 3 | \psi_{t-1}).
\end{aligned}$$

filtered probability kondisi volatilitas sedang dituliskan pada persamaan 2.38

$$\begin{aligned}
P_r(S_t = 2 | \psi_t) &= P_r(S_t = 2, S_{t-1} = 1 | \psi_t) + P_r(S_t = 2, S_{t-1} = 2 | \psi_t) \\
&+ P_r(S_t = 2, S_{t-1} = 3 | \psi_t)
\end{aligned} \tag{2.38}$$

dengan

$$\begin{aligned}
P_r(S_t = 2, S_{t-1} = 1 | \psi_t) &= \frac{f(r_t | S_t = 2, S_{t-1} = 1, \psi_{t-1}) P_r(S_t = 2, S_{t-1} = 1 | \psi_{t-1})}{f(r_t | \psi_{t-1})} \\
P_r(S_t = 2, S_{t-1} = 2 | \psi_t) &= \frac{f(r_t | S_t = 2, S_{t-1} = 2, \psi_{t-1}) P_r(S_t = 2, S_{t-1} = 2 | \psi_{t-1})}{f(r_t | \psi_{t-1})} \\
P_r(S_t = 2, S_{t-1} = 3 | \psi_t) &= \frac{f(r_t | S_t = 2, S_{t-1} = 3, \psi_{t-1}) P_r(S_t = 2, S_{t-1} = 3 | \psi_{t-1})}{f(r_t | \psi_{t-1})},
\end{aligned}$$

dimana

$$\begin{aligned}
P_r(S_t = 2, S_{t-1} = 1 | \psi_{t-1}) &= P_r(S_t = 2 | S_{t-1} = 1, \psi_{t-1}) P_r(S_t = 1 | \psi_{t-1}) \\
P_r(S_t = 2, S_{t-1} = 2 | \psi_{t-1}) &= P_r(S_t = 2 | S_{t-1} = 2, \psi_{t-1}) P_r(S_t = 2 | \psi_{t-1}) \\
P_r(S_t = 2, S_{t-1} = 3 | \psi_{t-1}) &= P_r(S_t = 2 | S_{t-1} = 3, \psi_{t-1}) P_r(S_t = 3 | \psi_{t-1}) \\
f(r_t | S_t = 2, S_{t-1} = 1, \psi_{t-1}) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_1^2}} \exp\left(-\frac{(r_t - \mu_1)^2}{2\sigma_1^2}\right) \\
f(r_t | S_t = 2, S_{t-1} = 2, \psi_{t-1}) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_1^2}} \exp\left(-\frac{(r_t - \mu_1)^2}{2\sigma_1^2}\right) \\
f(r_t | S_t = 2, S_{t-1} = 3, \psi_{t-1}) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_1^2}} \exp\left(-\frac{(r_t - \mu_1)^2}{2\sigma_1^2}\right).
\end{aligned}$$

Nilai *filtered probability* untuk kondisi tiga *state* dituliskan pada persamaan 2.39

$$P_r[S_t = 3 | \psi_t] = 1 - (P_r[S_t = 1 | \psi_t] + P_r[S_t = 2 | \psi_t]). \quad (2.39)$$

Proses *smoothing* dijalankan untuk mendapatkan peluang nilai suatu *state* pada saat t berdasarkan informasi dari seluruh data pengamatan. Kim dan Nelson (1999), persamaan untuk proses *smoothing* dapat dituliskan sebagai berikut

$$\begin{aligned}
P_r(S_t = j, S_{t+1} = k | \psi_t; \theta) &= P_r(S_{t+1} = k | \psi_t; \theta) P_r(S_t = j | S_{t+1} = k | \psi_t; \theta) \\
&= \frac{P_r(S_{t+1} = k | \psi_t; \theta) P_r(S_t = j, S_{t+1} = k | \psi_t; \theta)}{P_r(S_{t+1} = k | \psi_t; \theta)} \\
&= \frac{P_r(S_{t+1} = k | \psi_t; \theta) P_r(S_t = j | \psi_t; \theta) P_r(S_{t+1} = k | S_t = j, \psi_t; \theta)}{P_r(S_{t+1} = k | \psi_t; \theta)}.
\end{aligned}$$

Jika persamaan tersebut dihitung untuk setiap kemungkinan nilai k , maka dapat dihitung besarnya peluang S_t bernilai j berdasarkan data pengamatan hingga $t = T$ disajikan pada persamaan 2.40

$$P_r(S_t = j|\psi_t; \theta) = \sum_{j=1}^3 P_t(S_t = j, S_{t+1} = k|\psi_t; \theta). \quad (2.40)$$

Fungsi log *likelihood* r_t dapat dituliskan sebagai berikut

$$\begin{aligned} \log L &= \sum_{t=1}^T \log(f(r_t | s_t, \psi_{t-1}; \theta)) \\ &= \sum_{t=1}^T \log \left(\sum_{j=1}^3 f(r_t | s_t, \psi_{t-1}; \theta) P_r(s_t = j | \psi_{t-1}; \theta) \right) \\ &= \sum_{t=1}^T \log \left(\sum_{j=1}^3 f(r_t | s_t, \psi_{t-1}; \theta) P_r(s_t = j | \psi_T; \theta) \right) \\ &= \sum_{t=1}^T \log \left(\sum_{j=1}^3 f(r_t, s_t = j | \psi_T; \theta) \right). \end{aligned}$$

Untuk memperoleh hasil $\hat{\mu}_j$ dan $\hat{\sigma}_j^2$ digunakan turunan pertama fungsi log *likelihood* terhadap $\hat{\mu}_j$ dan $\hat{\sigma}_j^2$ disamadengankan nol, pada persamaan 2.41 dan 2.42

$$\hat{\mu}_j = \frac{\sum_{t=1}^T (r_t) P_r(S_t = j | \psi_T; \hat{\theta})}{T \sum_{t=1}^T P_r(S_t = j | \psi_T; \hat{\theta})}, \quad (2.41)$$

$$\hat{\sigma}_j^2 = \frac{\sum_{t=1}^T (r_t - \mu_t)^2 P_r(S_t = j | \psi_T; \hat{\theta})}{T \sum_{t=1}^T P_r(S_t = j | \psi_T; \hat{\theta})}. \quad (2.42)$$

2.11. Krisis Keuangan Tahun 1997 dan Tahun 2008

Menurut Arisiy *et al.* (2012), dalam dua dekade terakhir, setidaknya dua krisis keuangan besar terjadi, yaitu Krisis Keuangan Asia Timur 1997 dan Krisis Keuangan Global 2008. Jika krisis pada tahun 1997 disebabkan oleh kurangnya transparansi dan kredibilitas pemerintah yang menyebabkan distorsi struktural dan kebijakan, gejala ekonomi tahun 2008 terutama dipicu oleh inovasi yang cepat dalam produk keuangan seperti praktek sekuritisasi dan “*credit default swap*”. Hal ini diperburuk oleh spekulasi properti dan peringkat kredit yang tidak akurat.

Krisis keuangan pada tahun 1997 di Asia berasal dari Thailand yang menyebabkan mata uang domestik melemah yang diikuti dengan jatuhnya nilai ekspor. Krisis yang kemudian menyebar ke Negara Asia Tenggara lainnya seperti Korea, Malaysia dan Indonesia ini menyebabkan nilai tukar mata uang melemah, ekspor turun dan dampak lainnya. Pembiayaan utang tidak tepat dan tidak ada

transparansi mengenai kebijakan utang. Pada krisis Asia tahun 1997 ini Indonesia mengalami dampak yang paling parah.

Pada tahun 2008 terjadi krisis *Suprime Mortgage* yang berpusat di New York. Kenaikan harga tidak sebanding dan kredit properti yang macet di Amerika Serikat menyebabkan harga tinggi, inflasi tinggi, suku bunga kredit tinggi yang menyebabkan *NPL (Non Performing Loan)* akibat dari tingginya suku bunga kredit yang menyebabkan gagal bayar dan menyebabkan harga saham jatuh. Indonesia termasuk negara berkembang yang mendapat dampak paling parah ditandai dengan melambatnya pertumbuhan ekonomi Indonesia.

2.12. Impor dan Ekspor

Jimmy (2013), Impor dapat diartikan sebagai pembelian barang dan jasa dari luar negeri ke dalam negeri dengan perjanjian kerjasama antara dua negara atau lebih. Impor juga bisa dikatakan perdagangan dengan cara memasukkan barang dari luar negeri ke wilayah Indonesia dengan memenuhi ketentuan yang berlaku.

Impor adalah proses transportasi barang atau komoditas dari suatu negara ke negara lain secara legal, umumnya dalam proses perdagangan. Proses impor umumnya adalah tindakan memasukan barang atau komoditas dari negara lain ke dalam negeri. Impor barang secara besar umumnya membutuhkan campur tangan dari bea cukai di negara pengirim maupun penerima. Impor adalah bagian penting dari perdagangan internasional. Kegiatan impor dilakukan untuk memenuhi kebutuhan rakyat. Produk impor merupakan barangbarang yang tidak dapat dihasilkan atau negara yang sudah dapat dihasilkan, tetapi tidak dapat mencukupi kebutuhan rakyat.

Jimmy (2013), Kegiatan perdagangan internasional yang memberikan rangsangan guna membutuhkan permintaan dalam negeri yang menyebabkan tumbuhnya industri-industri pabrik besar, bersamaan dengan struktur politik yang stabil dan lembaga sosial yang fleksibel. Berdasarkan uraian di atas, terlihat bahwa ekspor mencerminkan aktivitas perdagangan antarbangsa yang dapat memberikan dorongan dalam dinamika pertumbuhan perdagangan internasional, sehingga suatu negara-negara yang sedang berkembang kemungkinan untuk mencapai kemajuan perekonomian setaraf dengan negara-negara yang lebih maju.

Ekspor adalah pembelian negara lain atas barang buatan perusahaan-perusahaan di dalam negeri. Faktor terpenting yang menentukan ekspor adalah kemampuan dari Negara tersebut untuk mengeluarkan barang-barang yang dapat bersaing dalam pasaran luar negeri. Ekspor akan secara langsung mempengaruhi pendapatan nasional. Akan tetapi, hubungan yang sebaliknya tidak selalu berlaku, yaitu kenaikan pendapatan nasional belum tentu menaikkan ekspor oleh karena pendapatan nasional dapat mengalami kenaikan sebagai akibat dari kenaikan pengeluaran rumah tangga, investasi perusahaan, pengeluaran pemerintah dan penggantian barang impor dengan barang buatan dalam negeri. Ekspor neto merupakan selisih antara ekspor total dengan impor total suatu negara. Apabila nilai ekspor neto positif, berarti nilai ekspor lebih besar dari nilai impor dan apabila nilai ekspor neto negatif, berarti nilai ekspor lebih kecil dari nilai impor.

Apabila data jumlah nilai impor dan ekspor yang didapatkan tidak stasioner maka perlu dilakukan transformasi data log *return*. Tsay (2005), *Return* adalah tingkat pengembalian sebagai hasil dari suatu investasi. Tsay (2005), *return* pada waktu t dapat dituliskan pada persamaan 2.43

$$R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}, \quad (2.43)$$

dengan R_t adalah *return* pada waktu t , P_t adalah data jumlah nilai impor dan ekspor pada waktu t dan P_{t-1} adalah data jumlah nilai impor dan ekspor pada waktu $t - 1$. Tsay (2005), log *return* pada waktu ke- t dinotasikan dengan r_t , dan dituliskan pada persamaan 2.44

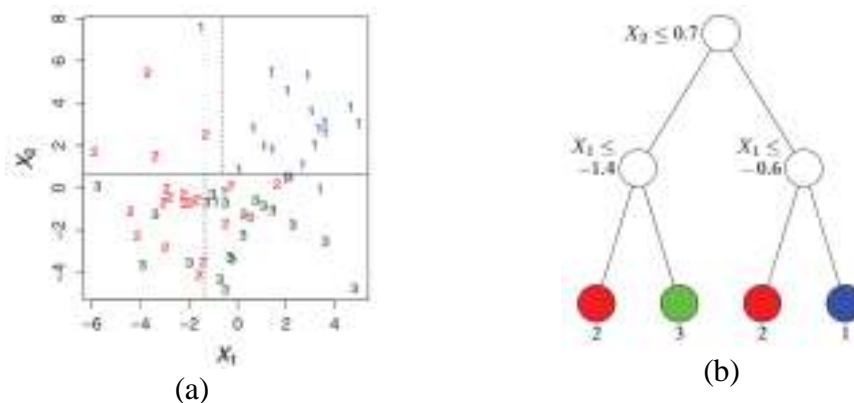
$$\begin{aligned} r_t &= \ln \left(1 + \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} \right) \\ &= \ln \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} \right), \end{aligned} \quad (2.44)$$

dengan r_t adalah nilai log *return* pada waktu ke- t , P_t adalah data jumlah nilai impor dan ekspor pada waktu ke- t , P_{t-1} adalah data jumlah nilai impor dan ekspor pada waktu ke- $(t - 1)$.

2.13. Pohon Klasifikasi atau Pohon Keputusan (*Decision Tree*)

Di dalam sebuah masalah klasifikasi, diberikan *training* sampel dengan n observasi pada sebuah kelas variabel Y dimana $Y=1,2,...,k$ dan sebanyak p variabel

prediktor, X_1, \dots, X_p . Tujuannya adalah untuk menemukan model untuk memprediksi nilai Y dari nilai X baru. Secara teori, solusinya hanyalah sebuah partisi dari ruang X ke dalam himpunan yang diuraikan sebanyak k , yaitu A_1, A_2, \dots, A_k dimana nilai prediksi Y adalah j jika X adalah milik A_j , untuk $j = 1, 2, \dots, k$. Metode pohon keputusan menghasilkan set persegi panjang A_j dengan membagi secara rekursif *dataset* untuk setiap X . Sebagai contoh, pada gambar 2.8 terdapat tiga kelas dan dua variabel X . Gambar (a) memilah titik data dengan partisinya, dan gambar (b) menunjukkan pohon keputusan yang sesuai struktur. Keuntungan utama dari pohon keputusan adalah dapat digunakan untuk sembarang variabel, sedangkan plot sebelah kiri terbatas paling banyak dua variabel.



Gambar 2.8 Ilustrasi Plot Klasifikasi dan Pohon Klasifikasi

Sebuah pohon keputusan adalah *classifier* yang dinyatakan sebagai partisi rekursif dari ruang contoh. Pohon keputusan adalah struktur *flowchart* yang menyerupai *tree* (pohon), dimana setiap simpul internal menandakan suatu tes pada atribut, setiap cabang mempresentasikan hasil tes, dan simpul daun merepresentasikan kelas atau distribusi kelas. Alur pada pohon keputusan di telusuri dari simpul akar ke simpul daun yang memegang prediksi ke aturan klasifikasi (*classification rules*). Konsep pohon keputusan adalah mengubah data menjadi pohon keputusan dan aturan-aturan keputusan. Pada pohon keputusan setiap simpul daun menandai label kelas. Simpul yang bukan simpul akhir terdiri dari akar dan simpul internal yang terdiri dari kondisi tes atribut pada sebagian *record* yang mempunyai karakteristik yang berbeda. Simpul akar dan simpul internal ditandai dengan bentuk oval dan simpul daun ditandai dengan bentuk segi

empat (Han, 2006). Cahyono (2010), Bagian-bagian pada pohon keputusan adalah sebagai berikut:

a. *Root node*

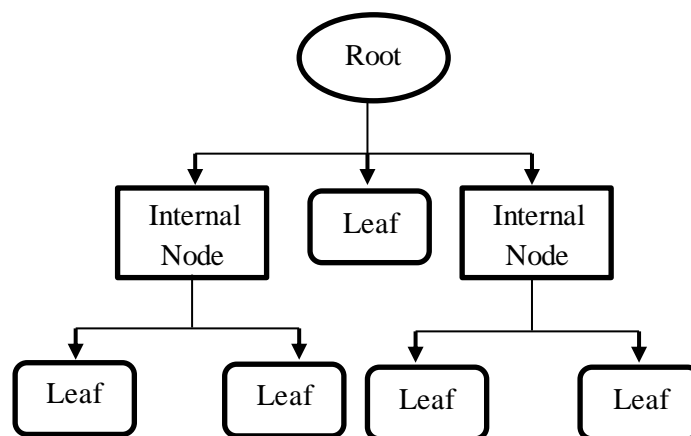
Node ini merupakan *node* yang terletak paling atas dari suatu pohon, pada *node* ini tidak ada *input* dan mempunyai *output* lebih dari satu atau bisa juga tidak mempunyai *output*.

b. *Internal node*

Node ini merupakan *node* percabangan, hanya terdapat satu *input* serta mempunyai minimal dua *output*.

c. *Leaf node*

Node ini merupakan *node* akhir, hanya memiliki satu *input*, dan tidak memiliki *output*.



Gambar 2.9 Model Pohon Keputusan untuk Klasifikasi

2.14. Kriteria *Evaluasi Performansi Metode Klasifikasi*

Data aktual dan data hasil prediksi dari model klasifikasi disajikan dengan menggunakan tabulasi silang (*Confusion matrix*), yang mengandung informasi tentang kelas data yang actual direpresentasikan pada baris matriks dan kelas data hasil prediksi pada kolom (Han *et al*, 2006).

Tabel 2.2. Confusion Matrix

	<i>Predictive Positive Class</i>	<i>Predictive Negative Class</i>
<i>Real Positive Class</i>	<i>True Positive (TP)</i>	<i>False Negative (FN)</i>
<i>Real Negative Class</i>	<i>False Positive (FP)</i>	<i>True Negative (TN)</i>

1. *True Positive* (TP) menunjukkan bahwa kelas yang dihasilkan prediksi klasifikasi adalah positif dan kelas sebenarnya adalah positif
2. *True Negatif* (TN) menunjukkan bahwa kelas yang dihasilkan dari prediksi klasifikasi adalah negatif dan kelas sebenarnya adalah negatif.
3. *False Positif* (FP) menunjukkan bahwa kelas yang dihasilkan dari prediksi klasifikasi adalah negatif dan kelas sebenarnya adalah positif
4. *False Negatif* (FN) menunjukkan bahwa kelas yang dihasilkan dari prediksi klasifikasi adalah positif dan kelas sebenarnya adalah negatif.

Didalam kasus kelas *imbalance* dimana kelas mayoritas 98-99% dari keseluruhan populasi, maka hasil klasifikasi akan mencapai akurasi tinggi. Jelas bahwa untuk kasus *imbalance*, akurasi klasifikasi tidak cukup sebagai ukuran kriteria standar. *Area Under Curve* (AUC) dan *matrix* seperti *presisi*, *recall* dan *f-value* telah digunakan untuk memahami kinerja algoritma *learning* pada kelas minoritas. *Presisi*, *recall*, *f-value* disajikan pada persamaan 2.45, 2.46, dan 2.47

$$\text{Presisi} = \frac{TP}{(TP + FP)} \quad (2.45)$$

$$\text{Recall} = \frac{TP}{(TP + FN)} \quad (2.46)$$

$$F - \text{Value} = \frac{2(\text{Recall} \times \text{Presisi})}{(\text{Recall} + \text{Presisi})} \quad (2.47)$$

AUC menyediakan ukuran tunggal kinerja *classifier* untuk evaluasi model mana yang lebih baik secara rata-rata. Ukuran AUC diperoleh dengan menghitung nilai *true positive rate* (TPR) yaitu jumlah objek pada kelas positif yang diklasifikasikan dengan benar dan *false positive rate* (FPR) yaitu jumlah objek pada kelas positif yang salah diklasifikasikan. *TPR*, *FPR*, dan *AUC* disajikan pada persamaan 2.48, 2.48 dan 2.50.

$$TPR = \frac{TP}{(TP + FN)} \quad (2.48)$$

$$FPR = 1 - \frac{TN}{(TN + FP)} \quad (2.49)$$

$$\text{AUC} = \frac{1 + \textit{TPR} - \textit{FPR}}{2} \quad (2.50)$$

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan metodologi penelitian yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian yang didalamnya meliputi sumber data dan tahapan penelitian.

3.1 Sumber Data dan Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan data impor dan ekspor mulai bulan Januari 1990 sampai bulan Desember 2016 yang diperoleh dari *International Financial Statistics (IFS) CD-ROM* yang diterbitkan oleh *IMF* dan Bank Indonesia. Pada penelitian ini variabel yang digunakan yaitu variabel response yang disajikan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

No	Variabel	Keterangan	Banyak Data
1	$Y_{1,t}$	Jumlah nilai impor di Indonesia	312
2	$Y_{2,t}$	Jumlah nilai ekspor di Indonesia	312

3.2 Tahapan Penelitian

Tahapan-tahapan yang dilakukan untuk mencapai tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

3.2.1. Pembentukan Model Gabungan Volatilitas dan Markov Switching

Untuk mendapatkan model gabungan volatilitas dan Markov *switching* dengan langkah sebagai berikut:

- a. Membuat plot data impor dan ekspor untuk mengetahui pola dari data.
- b. Melakukan uji stasioneritas data menggunakan uji *ADF (Augmented Dickey Fuller)* berdasarkan persamaan (2.1). Apabila data yang didapatkan tidak stasioner maka dilakukan transformasi data dengan cara log data lalu didifferencekan atau biasa dikenal dengan log *return* berdasarkan persamaan (2.44).
- c. Melakukan analisis model *ARMA* dan *ARIMA* dengan cara:
 - 1.) membuat plot *ACF* dan *PACF* dari data yang telah ditransformasi untuk membentuk model *ARMA* ataupun *ARIMA* musiman yang sesuai berdasarkan persamaan (2.2) dan (2.3),

- 2.) membentuk model *ARMA* ataupun *ARIMA* musiman yang sesuai dengan melihat nilai *akaike information criterion (AIC)* yang terkecil berdasarkan persamaan (2.6), (2.8), dan (2.18)
- 3.) melakukan estimasi parameter model *ARMA* dan *ARIMA* berdasarkan persamaan (2.7) dan (2.8) .
- d. Melakukan uji diagnostik model untuk mengetahui kelayakan model *ARMA* dan *ARIMA* berdasarkan persamaan (2.19), (2.20), dan (2.21).
- e. Melakukan uji efek heteroskedastisitas pada residu model *ARMA* dan *ARIMA* terbaik yang didapatkan berdasarkan persamaan (2.21). Jika terdapat efek heteroskedastisitas pada residu model *ARMA* maka digunakan model *ARCH*.
- f. Membentuk dan menganalisis model *ARCH* dengan cara:
 - 1.) membentuk model *ARCH* yang sesuai berdasarkan persamaan (2.10) untuk residu model *ARIMA* serta memilih model *ARCH* terbaik dengan memperhatikan nilai dari *AIC* terkecil berdasarkan persamaan (2.19),
 - 2.) melakukan estimasi parameter model *ARCH* berdasarkan persamaan (2.13), (2.14), (2.16), dan (2.16),
 - 3.) melakukan uji efek heteroskedastisitas dan *white noise* pada residu model *ARCH* terbaik yang didapatkan berdasarkan persamaan (2.9) dan (2.21).

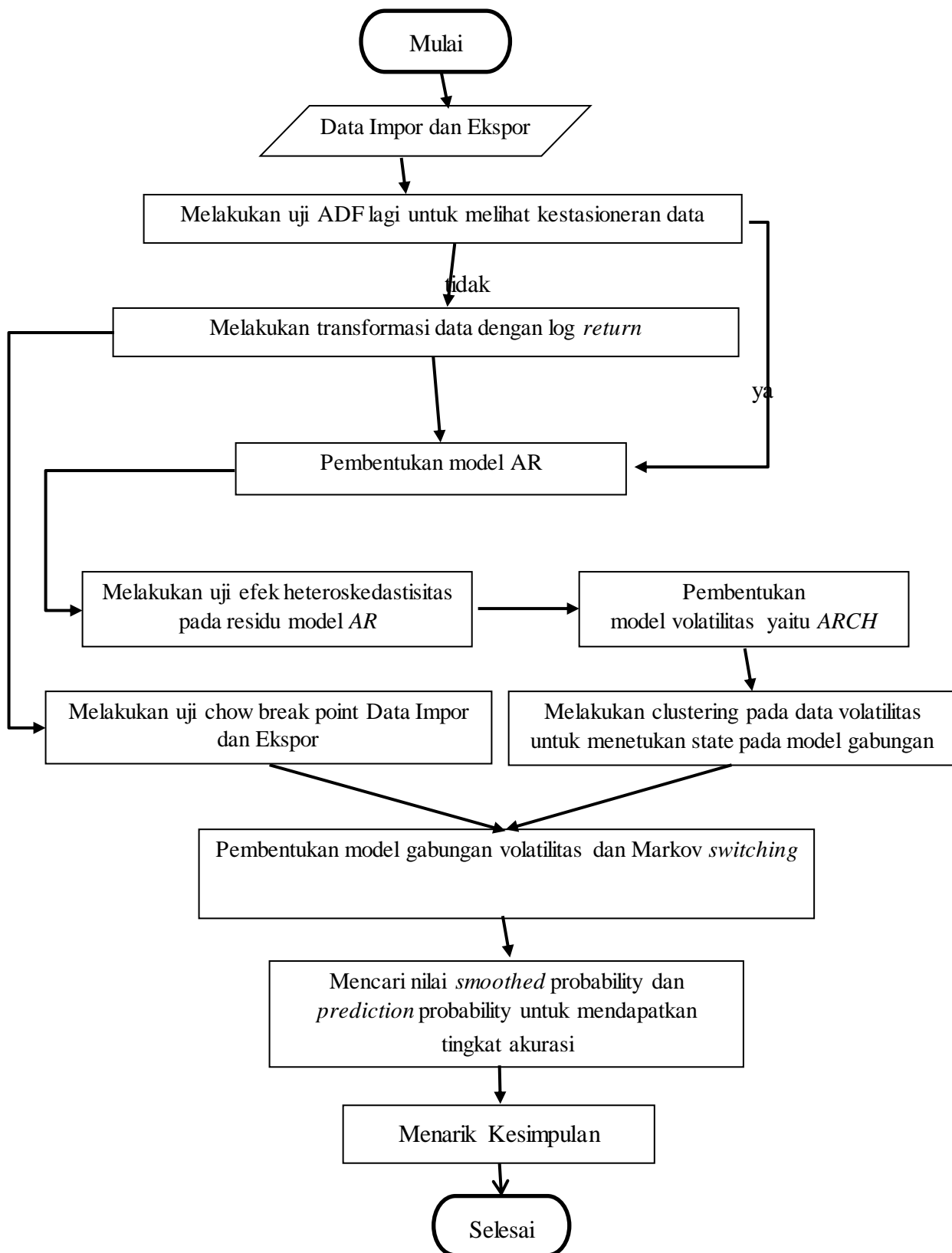
3.2.2. Kinerja Model Berdasarkan Akurasi.

Untuk memperoleh nilai *prediction probability* sebagai tolak ukur melihat kinerja model dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Membentuk gabungan model volatilitas dan *Markov Switching* berdasarkan persamaan (2.28) akibat adanya efek heteroskedastisitas pada residu model *ARMA* dan perubahan kondisi pada data volatilitas. Pembentukan dilakukan dengan cara:
 - 1.) melakukan clustering terlebih dahulu pada data hasil dari model volatilitas untuk menentukan state pada gabungan model volatilitas dan *Markov Switching*,
 - 2.) mencari matriks probabilitas transisi antar *state* dan nilai rata-rata bersyarat serta variansi bersyarat,

- 3.) mencari nilai *smoothed probability* untuk masing-masing *state*,
- b. Melakukan pengetesan kinerja model gabungan berdasarkan indikator impor dan ekspor dengan melihat nilai *smoothed probability*
 - 1.) membentuk plot *smoothed probability* untuk masing-masing *state* pada data transformasi berdasarkan model *Markov Switching* yang sesuai dan melihat kinerja indikator impor dan ekspor dari Januari 1990 sampai dengan Desember 2016,
 - 2.) menentukan *prediction probability* untuk kinerja model gabungan berdasarkan indikator impor dan ekspor di periode yang akan datang,
 - 3.) memasukkan nilai aktual data untuk mendapatkan nilai *smoothed probability* pada periode yang sama dengan *prediction probability*.
 - 4.) membandingkan hasil nilai *smoothed probability* dengan *prediction probability* untuk mendapatkan tingkat akurasi model dengan menggunakan tabel klasifikasi dan kriteria evaluasi.
 - 5.) berdasarkan akurasi dilihat nilai dari *prediction probability* untuk mengkaji kinerja model.

Berdasarkan tahapan-tahapan penelitian dapat dibuat diagram alir yang ditampilkan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Langkah Analisis

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pembahasan ini diuraikan terkait mengenai kajian terhadap krisis di Indonesia berdasarkan indikator impor dan ekspor menggunakan model gabungan volatilitas dan Markov *switching*.

4.1. Deskripsi Data

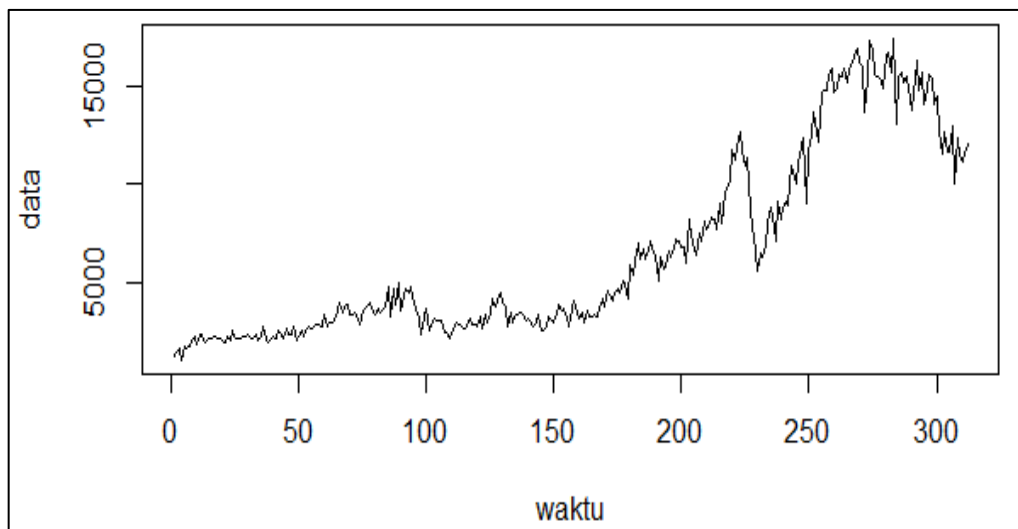
Pada penelitian ini digunakan data jumlah nilai impor dan jumlah nilai ekspor negara Indonesia yang diambil secara bulanan mulai bulan Januari 1990 sampai dengan Desember 2016 yang berjumlah 324 pengamatan. Pada data tersebut nantinya akan dibagi menjadi data *training* dan data *testing*.

4.2. Pembentukan Model Gabungan Volatilitas dan Markov *Switching*

Pembentukan model gabungan dapat dilakukan dengan cara menganalisis data untuk mendapatkan model rata-rata bersyarat dan variansi bersyarat.

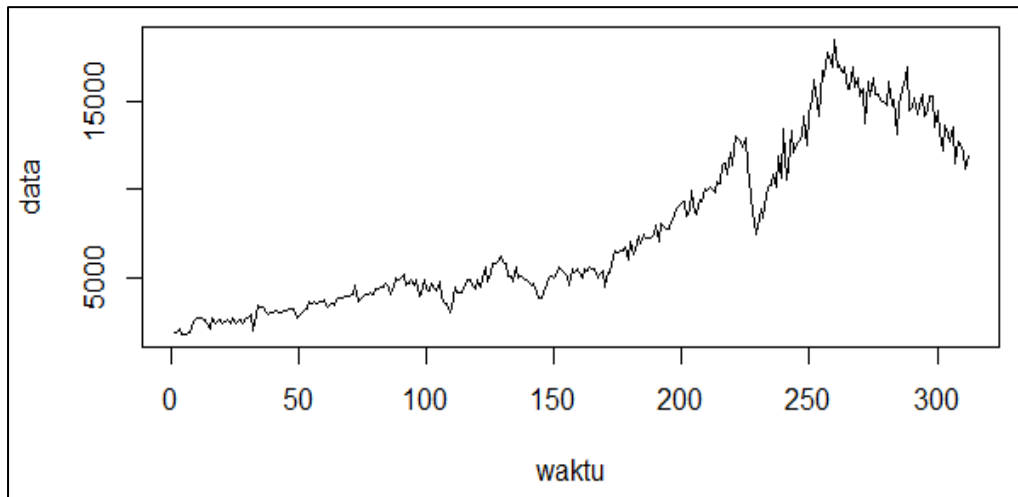
4.2.1. Plot Data

Pada penelitian ini dilakukan analisis pada data jumlah nilai impor dan jumlah nilai ekspor di Indonesia. Tahap awal dalam analisis ini yaitu melihat plot data untuk mengetahui indikasi yang ada pada data.



Gambar 4.1. Plot Data Jumlah Nilai Impor

Pada Gambar 4.1 menunjukkan plot data jumlah nilai impor yang mana pada plot tersebut terlihat bahwa data dari indikator impor tersebut mengindikasikan bahwa data tersebut tidak stasioner. Sedangkan pada Gambar 4.2 menunjukkan plot data jumlah nilai ekspor yang mana pada plot tersebut terlihat bahwa data dari indikator ekspor tersebut mengindikasikan bahwa data tersebut juga tidak stasioner.



Gambar 4.2. Plot Data Jumlah Nilai Ekspor

4.2.2. Uji *ADF*

Plot data dari indikator impor dan ekspor mengindikasikan bahwa data tersebut tidak stasioner. Untuk memastikan kestasioneran data jumlah nilai impor dan jumlah nilai ekspor dilakukan uji *ADF*.

a. Uji *ADF* Impor

Uji Hipotesis *ADF* untuk data indikator impor yaitu

H_0 : data jumlah nilai impor tidak stasioner

H_1 : data jumlah nilai impor stasioner

berdasarkan statistik uji dari *ADF* didapatkan nilai probabilitas sebesar 0,4763 yang lebih besar dari $\alpha = 0,05$. Maka H_0 tidak ditolak yang artinya bahwa data jumlah nilai impor tidak stasioner.

b. Uji *ADF* Ekspor

Uji Hipotesis *ADF* untuk data indikator ekspor yaitu

H_0 : data jumlah nilai ekspor tidak stasioner

H_1 : data jumlah nilai ekspor stasioner

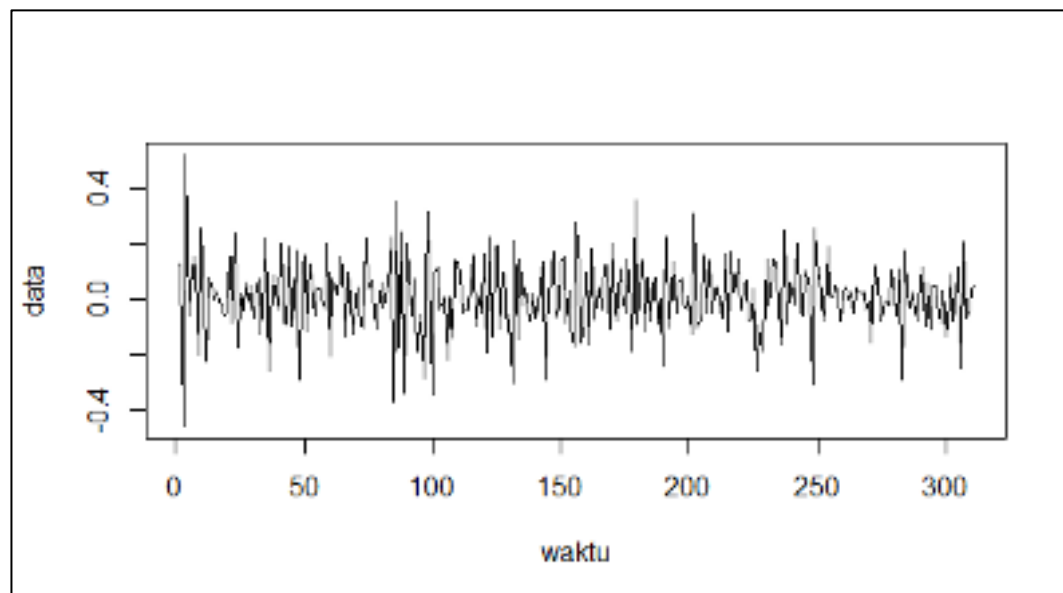
berdasarkan statistik uji dari *ADF* didapatkan nilai probabilitas sebesar 0,5987 yang lebih besar dari $\alpha = 0,05$. Maka H_0 tidak ditolak yang artinya bahwa data jumlah nilai ekspor tidak stasioner.

4.2.3. Transformasi Data

Data jumlah nilai impor dan jumlah nilai ekspor tidak stasioner, maka untuk menstasionerkan data dilakukan transformasi. Transformasi yang digunakan pada penelitian kali ini adalah transformasi *log return*.

a. Plot Transformasi Data

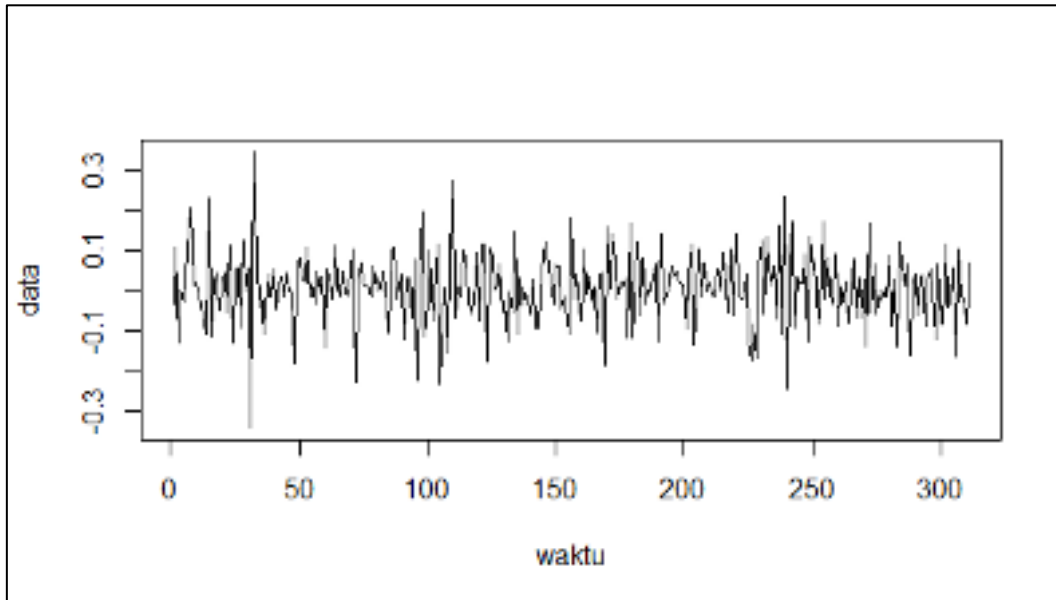
Data jumlah nilai impor dan jumlah nilai ekspor yang sudah di transformasi *return* lalu diplotkan untuk melihat indikasi dari data.



Gambar 4.3. Plot Transformasi Data Jumlah Nilai Impor

Pada Gambar 4.3 menunjukkan plot transformasi data jumlah nilai impor yang mana pada plot tersebut terlihat bahwa data hasil transformasi tersebut mengindikasikan bahwa data tersebut telah stasioner. Sedangkan pada Gambar 4.4 menunjukkan plot transformasi data jumlah nilai ekspor yang mana pada plot tersebut terlihat bahwa data hasil transformasi tersebut mengindikasikan bahwa data tersebut sudah stasioner. Lalu pada data transformasi tersebut dilakukan uji *ADF* untuk melihat kestasioneran data.

Plot transformasi data jumlah nilai impor dan ekspor mengindikasikan bahwa data tersebut sudah stasioner. Untuk memastikan kestasioneran dari data jumlah nilai impor dan jumlah nilai ekspor dilakukan uji *ADF*.



Gambar 4.4. Plot Transformasi Data Jumlah Nilai Ekspor

b. Uji *ADF* Pada Data Transformasi Impor

Uji Hipotesis *ADF* untuk data indikator impor yaitu

H_0 : data jumlah nilai impor tidak stasioner

H_1 : data jumlah nilai impor stasioner

berdasarkan statistik uji dari *ADF* didapatkan nilai probabilitas sebesar 0,01 yang lebih kecil dari $\alpha = 0,05$. Maka H_0 ditolak yang artinya bahwa data jumlah nilai impor yang sudah ditransformasi telah stasioner.

c. Uji *ADF* Pada Data Transformasi Ekspor

Uji Hipotesis *ADF* untuk data indikator ekspor yaitu

H_0 : data jumlah nilai ekspor tidak stasioner

H_1 : data jumlah nilai ekspor stasioner

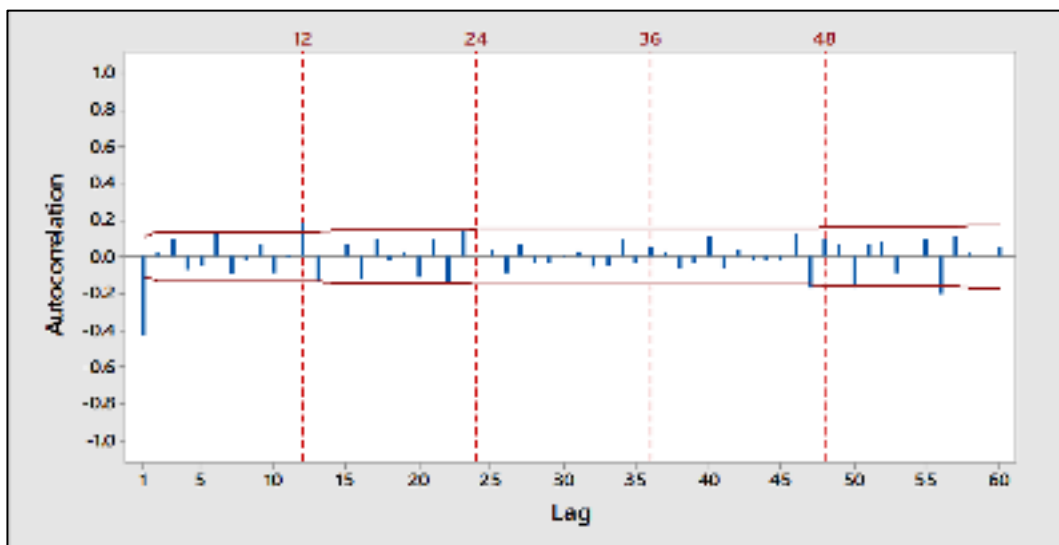
berdasarkan statistik uji dari *ADF* didapatkan nilai probabilitas sebesar 0,01 yang lebih kecil dari $\alpha = 0,05$. Maka H_0 ditolak yang artinya bahwa data jumlah nilai impor yang sudah di transformasi telah stasioner.

4.2.4. Pembentukan Model *ARIMA*

Model *autoregressive integrated moving average* (*ARIMA*) merupakan model yang digunakan untuk data stasioner. Karena data jumlah nilai impor dan jumlah nilai ekspor hasil transformasi sudah stasioner, maka dapat dimodelkan menggunakan model *ARIMA*.

a. Identifikasi Model *ARIMA*

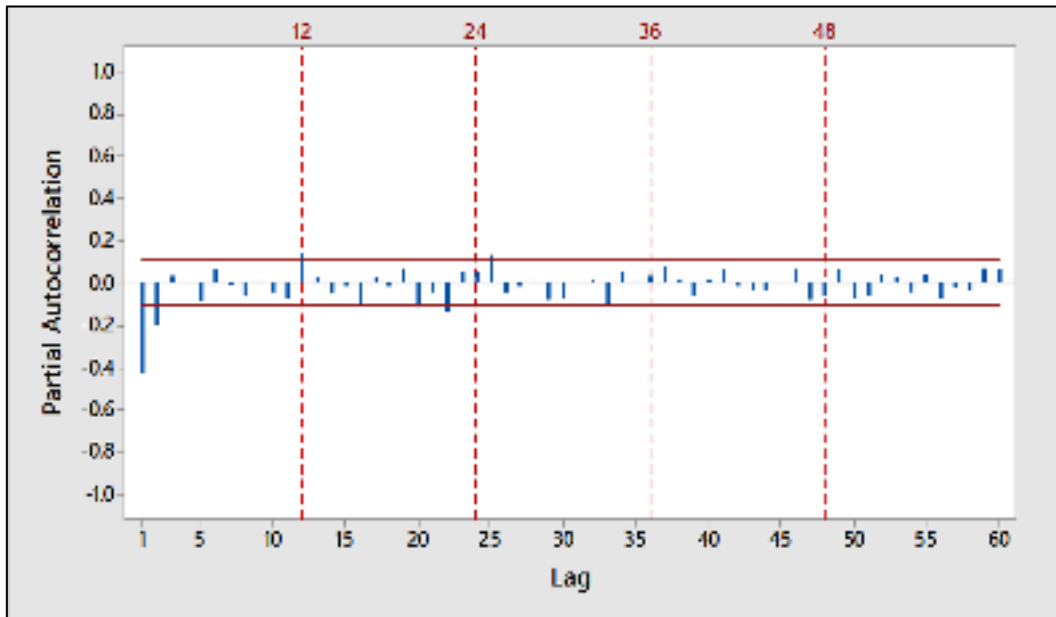
Langkah pertama yang dilakukan untuk membentuk model *ARIMA* yaitu dengan melihat plot *autocorrelation function* (*ACF*) dan *partial autocorrelation function* (*PACF*). Plot *ACF* dan *PACF* yang diperoleh dari *correlogram* data jumlah nilai impor dan jumlah nilai ekspor yang sudah ditransformasi. Plot *ACF* dan *PACF* data yang sudah di transformasi ditunjukkan pada Gambar 4.5 dan 4.6 untuk data jumlah nilai impor dan pada Gambar 4.7 dan 4.8 untuk data jumlah nilai ekspor.



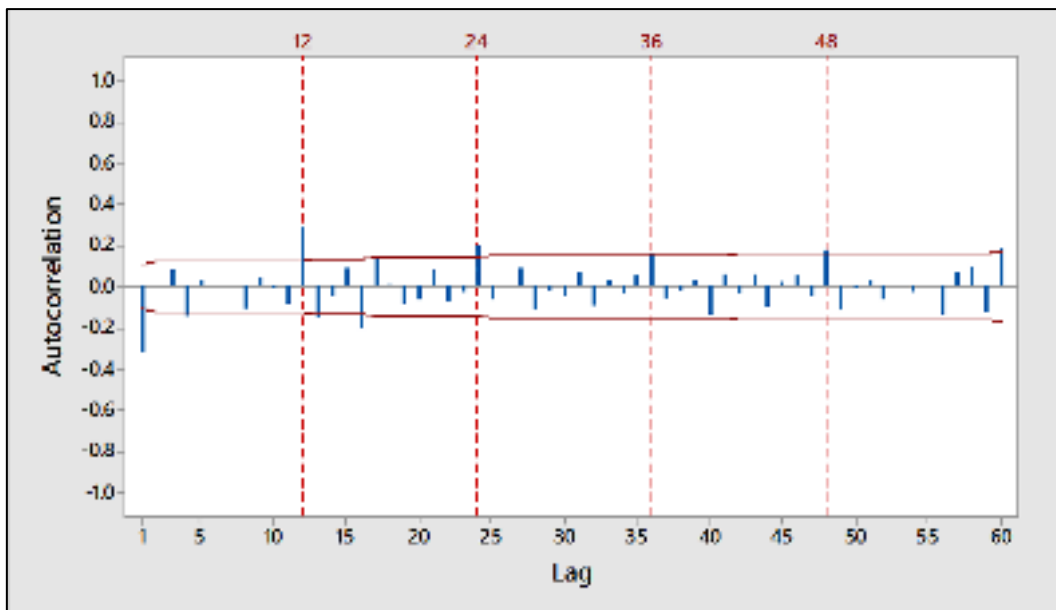
Gambar 4.5. Plot *ACF* Data Tranformasi Jumlah Nilai Impor

Gambar 4.6 menunjukkan bahwa pada data jumlah nilai impor mempunyai nilai *PACF* yang keluar dari batas konfidensi adalah *lag* pertama dan kedua kemudian terputus setelahnya yang berarti plot turun secara eksponensial menuju nol. Hal tersebut menunjukkan bahwa pilihan model yang dapat digunakan adalah *ARIMA*(1,0,0), dan *ARIMA*(2,0,0). Sedangkan gambar 4.8 menunjukkan hal yang sama untuk data jumlah nilai ekspor yaitu pada plot *PACF* keluar dari batas konfidensi pada *lag* pertama dan kedua kemudian terputus setelahnya yang berarti

plot turun secara eksponensial menuju nol. Hal tersebut berarti pilihan model yang dapat digunakan juga ada dua yaitu $ARIMA(1,0,0)$, dan $ARIMA(2,0,0)$.



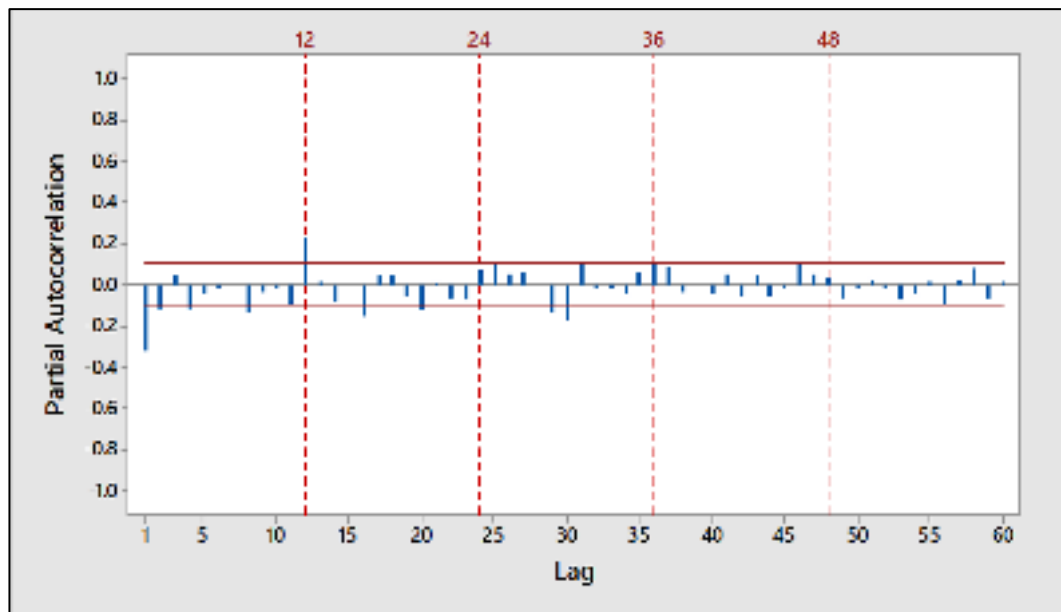
Gambar 4.6. Plot *PACF* Data Transformasi Jumlah Nilai Impor



Gambar 4.7. Plot *ACF* Data Transformasi Jumlah Nilai Ekspor

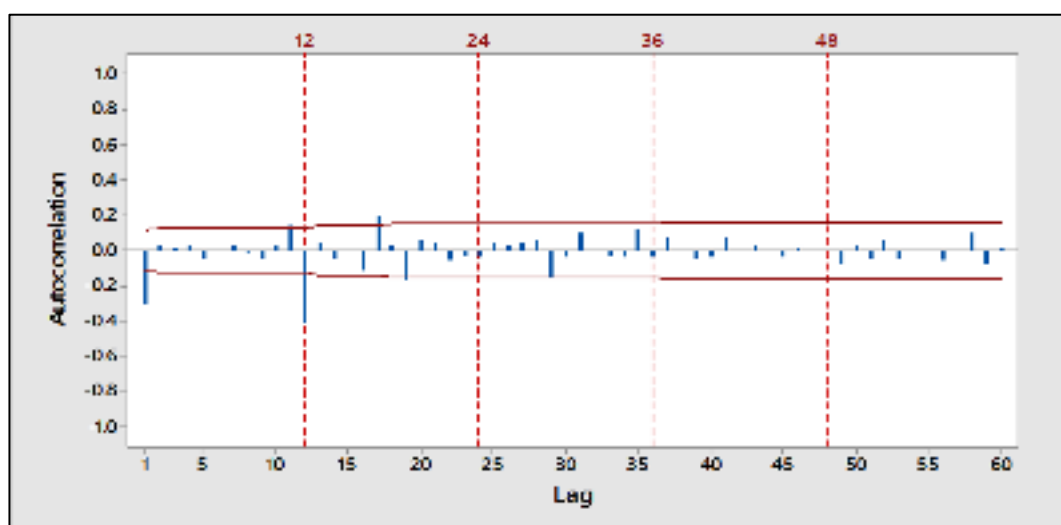
Gambar 4.5 dan 4.6 menunjukkan bahwa pada data transformasi jumlah nilai impor mempunyai nilai *ACF* yang keluar dari batas konfidensi pada *lag* pertama dan *PACF* yang keluar dari batas konfidensi pada *lag* pertama dan kedua kemudian pada plot *ACF* dan *PACF* terlihat bahwa terdapat adanya pola musiman. Hal tersebut menunjukkan bahwa pilihan model yang dapat digunakan adalah

$ARIMA(1,0,0)$ (1,0,0), $ARIMA(1,0,0)$ (0,0,1), $ARIMA(2,0,0)$ (1,0,0), $ARIMA(2,0,0)$ (0,0,1), $ARIMA(0,0,1)$ (1,0,0) dan $ARIMA(0,0,1)$ (0,0,1). Sedangkan gambar 4.7 dan 4.8 menunjukkan untuk data transformasi jumlah nilai ekspor yaitu pada plot ACF dan $PACF$ banyak yang keluar dari batas konfidensi begitu pula dengan pola musimannya sehingga perlu dilakukan *differencing* 12.

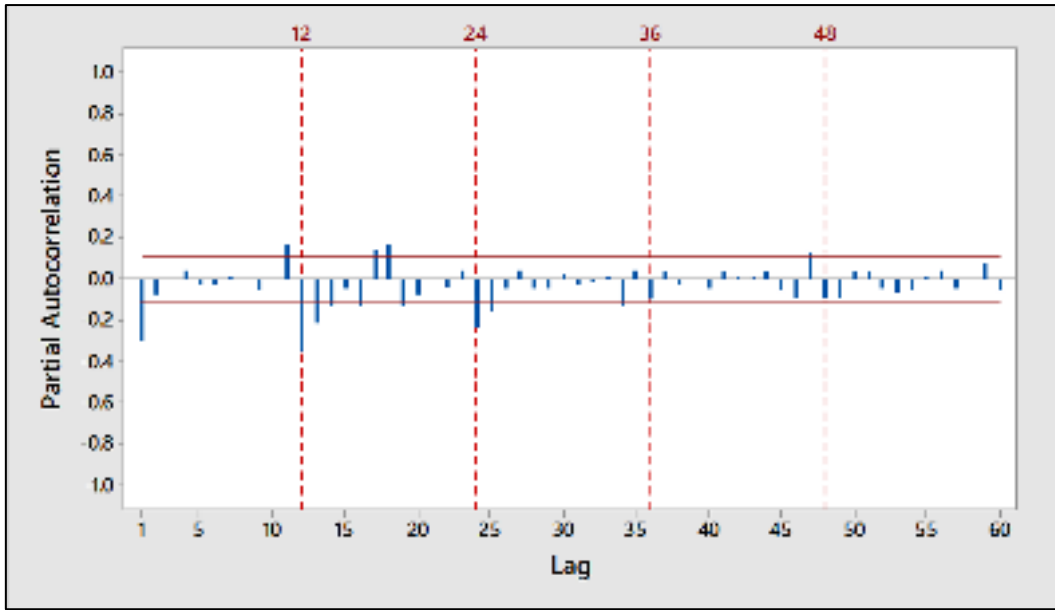


Gambar 4.8. Plot $PACF$ Data Tranformasi Jumlah Nilai Ekspor

Terlihat pada Gambar 4.9 dan 4.10 bahwa data transformasi nilai ekspor harus di *differencing* 12 dan terdapat pola musiman pada model MA . Sehingga model yang dapat terbentuk yaitu $ARIMA(1,0,0)(0,1,1)^{12}$, dan $ARIMA(0,0,1)(0,1,1)^{12}$.



Gambar 4.9. Plot ACF *Differencing* 12 Data Tranformasi Jumlah Nilai Ekspor



Gambar 4.10. Plot PACF Differencing 12 Data Tranformasi Jumlah Nilai Ekspor

b. Estimasi Parameter Model ARIMA

Hasil estimasi parameter model *ARIMA* untuk data trasformasi impor menunjukkan estimasi parameter $\hat{\phi}_1$ pada model *ARIMA*(1,0,0), dan parameter $\hat{\phi}_1, \hat{\phi}_2$ pada model *ARIMA*(2,0,0) signifikan. Parameter model *ARIMA* yang signifikan diestimasi dengan menggunakan metode kuadrat terkecil yang kemudian disajikan pada tabel 4.1.

Berdasarkan Tabel 4.1. nilai probabilitas *ARIMA* pada setiap parameter menunjukkan bahwa semua parameter signifikan. Pada model *ARIMA*(2,0,0) memiliki nilai *AIC* yang lebih kecil dibandingkan *ARIMA*(1,0,0), kemudian dituliskan model rata-rata untuk data transformasi jumlah nilai impor sebagai berikut

$$r_t = -0,51262r_{t-1} - 0,19425r_{t-2} + a_t,$$

dengan r_t adalah log *return* pada waktu ke- t , dan a_t adalah residu yang dihasilkan model pada waktu ke- t .

Pada data trasformasi ekspor hasil estimasi parameter model *AR* menunjukkan estimasi parameter $\hat{\phi}_1$ pada model *ARIMA*(1,0,0), dan parameter $\hat{\phi}_1, \hat{\phi}_2$ pada model *ARIMA*(2,0,0) signifikan. Parameter model *ARIMA* yang signifikan diestimasi dengan menggunakan metode kuadrat terkecil yang kemudian disajikan pada tabel 4.2.

Tabel 4.1. Estimasi Parameter Model *ARIMA* dan *ARIMA* Musiman Data Impor

Model	Parameter	Koefisien	Probabilitas	<i>AIC</i>
<i>ARIMA</i> (1,0,0)	$\hat{\phi}_1$	-0,42538	0,0000	-439,81
<i>ARIMA</i> (2,0,0)	$\hat{\phi}_1$	-0,51262	0,0000	-451,95
	$\hat{\phi}_2$	-0,19425	0,00045	
<i>ARIMA</i> (1,0,0)(1,0,0) ¹²	$\hat{\phi}_1$	-0,4281	0,000	-446,58
	$\hat{\Phi}_1$	0,2143	0,000	
<i>ARIMA</i> (1,0,0)(0,0,1) ¹²	$\hat{\phi}_1$	-0,4214	0,000	-444,96
	$\hat{\Theta}_1$	-0,1873	0,000	
<i>ARIMA</i> (2,0,0)(1,0,0) ¹²	$\hat{\phi}_1$	-0,5038	0,000	-454,13
	$\hat{\phi}_2$	-0,1757	0,002	
	$\hat{\Phi}_1$	0,1914	0,001	
<i>ARIMA</i> (2,0,0)(0,0,1) ¹²	$\hat{\phi}_1$	-0,4989	0,000	-452,97
	$\hat{\phi}_2$	-0,1796	0,002	
	$\hat{\Theta}_1$	-0,1702	0,003	
<i>ARIMA</i> (0,0,1)(1,0,0) ¹²	$\hat{\theta}_1$	0,4477	0,000	-450,82
	$\hat{\Phi}_1$	0,1897	0,001	
<i>ARIMA</i> (0,0,1)(0,0,1) ¹²	$\hat{\theta}_1$	0,4460	0,000	-449,92
	$\hat{\Theta}_1$	-0,1757	0,002	

Berdasarkan tabel 4.2 nilai probabilitas *ARIMA* pada setiap parameter menunjukkan bahwa semua parameter signifikan. Pada model *ARIMA*(2,0,0) memiliki nilai *AIC* yang lebih kecil dibandingkan *ARIMA*(1,0,0), kemudian dituliskan model rata-rata untuk data transformasi jumlah nilai ekspor sebagai berikut

$$r_t = -0,34686r_{t-1} - 0,11135r_{t-2} + a_t,$$

dengan r_t adalah log *return* pada waktu ke- t , dan a_t adalah residu yang dihasilkan model pada waktu ke- t .

Berdasarkan tabel 4.1 nilai probabilitas *ARIMA* musiman pada setiap parameter menunjukkan bahwa semua parameter signifikan. Setelah itu berdasarkan tabel 4.1 dipilih model dengan nilai *AIC* terkecil. Pada model *ARIMA*(2,0,0)(1,0,0)¹² memiliki nilai *AIC* yang paling kecil dibandingkan model

ARIMA musiman lainnya, kemudian dituliskan model rata-rata untuk data transformasi jumlah nilai impor sebagai berikut

$$r_t = -0,5038r_{t-1} - 0,1757r_{t-2} + 0,1914r_{t-12} + a_t,$$

dengan r_t adalah log *return* pada waktu ke- t , dan a_t adalah residu yang dihasilkan model pada waktu ke- t .

Tabel 4.2. Estimasi Parameter Model *ARIMA* dan *ARIMA* Musiman Data Ekspor

Model	Parameter	Koefisien	Probabilitas	AIC
<i>ARMA</i> (1,0)	ϕ_1	-0,31353	0,0000	-650,69
<i>ARMA</i> (2,0)	$\hat{\phi}_1$	-0,34686	0,0000	-653,31
	$\hat{\phi}_2$	-0,11135	0,0481	
<i>ARIMA</i> (1,0,0)(0,1,1) ¹²	$\hat{\phi}_1$	-0,2908	0,000	-650,15
	$\hat{\theta}_1$	0,9525	0,000	
<i>ARIMA</i> (0,0,1)(0,1,1) ¹²	$\hat{\theta}_1$	0,3159	0,000	-652,14
	$\hat{\theta}_1$	0,9112	0,000	

Berdasarkan tabel 4.2 nilai probabilitas *ARIMA* musiman pada setiap parameter menunjukkan bahwa semua parameter signifikan. Setelah itu berdasarkan tabel 4.2 dipilih model dengan nilai *AIC* terkecil. Pada model *ARIMA*(0,0,1)(0,1,1)¹² memiliki nilai *AIC* yang lebih kecil dibandingkan model *ARIMA*(1,0,0)(0,1,1)¹² musiman lainnya, kemudian dituliskan model rata-rata untuk data transformasi jumlah nilai impor sebagai berikut

$$r_t = r_{t-12} + a_t - 0,3159a_{t-1} - 0,9112a_{t-12} + 0,2879a_{t-13},$$

dengan r_t adalah log *return* pada waktu ke- t , dan a_t adalah residu yang dihasilkan model pada waktu ke- t .

c. Uji Diagnostik Model *ARIMA*

Uji diagnostik pada dasarnya digunakan untuk melihat asumsi dari model yang didapatkan. Asumsi-asumsi yang dicek antara lain yaitu normalitas residu, non autokorelasi pada residu model dan efek heteroskedastisitas pada residu model.

1.) Uji Normalitas

Uji normalitas residu model rata-rata bersyarat dilakukan dengan uji Kolmogorov-Smirnov adalah sebagai berikut

H_0 : residu model berdistribusi normal

H_1 : residu model tidak berdistribusi normal

Berdasarkan hasil uji normalitas pada residu model rata-rata bersyarat model dari data transformasi jumlah nilai impor dan data transformasi jumlah ekspor didapatkan hasil yang kemudian disajikan pada tabel 4.3 Uji normalitas dilakukan berdasarkan semua model yang mungkin bisa dibentuk.

Tabel 4.3. $P - Value$ Uji Normalitas Untuk Masing-Masing Model.

Data	Model	α	$p - value$
Impor	$ARIMA(1,0,0)$	0,05	0,081
	$ARIMA(2,0,0)$	0,05	0,0014
Ekspor	$ARIMA(1,0,0)$	0,05	0,015
	$ARIMA(2,0,0)$	0,05	0,044
Impor	$ARIMA(2,0,0)(1,0,0)^{12}$	0,05	0,054
Ekspor	$ARIMA(0,0,1)(0,1,1)^{12}$	0,05	0,072

Berdasarkan $p - value$ uji Kolmogorov-Smirnov model impor kita tahu model yang memenuhi $p - value$ yang lebih besar dari α yaitu model $ARIMA(1,0,0)$ tapi model tersebut bukan model dengan AIC terkecil, model dengan nilai AIC yang terkecil yaitu model $ARIMA(2,0,0)$. Karena itu model yang seharusnya $ARIMA(2,0,0)$ adalah model terbaik tereduksi menjadi model model $ARIMA(1,0)$, karena model $ARIMA(1,0,0)$ memenuhi asumsi uji normalitas. Dalam hal ini dilakukan agar akurasi model yang didapatkan lebih akurat. Maka dicek untuk uji lainnya apakah model $ARIMA(1,0,0)$ juga memenuhi uji diagnostik lainnya agar model tersebut bisa menjadi model rata-rata bersyarat terbaik.

Pada model ekspor $p - value$ uji Kolmogorov-Smirnov terlihat nilainya semua dibawah nilai tingkat signifikansi α . Artinya model ekspor semuanya tidak memenuhi asumsi uji diagnostik Normalitas. Armstrong (2001), Asumsi normalitas bisa diabaikan apabila model tersebut hanya digunakan untuk melakukan peramalan. Untuk itulah asumsi normalitas pada data transformasi ekspor diabaikan karena tujuannya adalah untuk mendapatkan nilai peramalan *smoothed probability* atau *prediction probability*.

Terlihat pada tabel 4.3 nilai $p - value$ dari data transformasi jumlah nilai ekspor yaitu 0,072 yang lebih besar dari tingkat signifikansi α yang berarti H_0 tidak

ditolak atau residu model berdistribusi normal. Sedangkan pada $p - value$ dari data transformasi jumlah nilai impor yaitu 0,054 yang lebih kecil dari tingkat signifikansi α yang berarti H_0 ditolak atau residu model berdistribusi normal.

2.) Autokorelasi

Autokorelasi pada residu model rata-rata bersyarat dapat diketahui dengan uji Ljung-Box dengan uji hipotesis sebagai berikut

$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_m = 0$ (tidak terdapat autokorelasi di dalam residu sampai lag ke- m)

H_0 : paling sedikit terdapat satu $\rho_i \neq 0$ untuk $i = 1, 2, \dots, m$ (terdapat autokorelasi di dalam residu sampai lag ke- m).

Hasil uji Ljung-Box pada residu model rata-rata bersyarat pada data transformasi jumlah nilai impor dan data transformasi jumlah nilai ekspor disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. $P - Value$ Uji Ljung-Box Untuk Masing-Masing Model.

Data	Model	α	$p - value$
Impor	$ARIMA(1,0,0)$	0,05	0,098
Ekspor	$ARIMA(2,0,0)$	0,05	0,7656
Impor	$ARIMA(2,0,0)(1,0,0)^{12}$	0,05	0,7217
Ekspor	$ARIMA(0,0,1)(0,1,1)^{12}$	0,05	0,1846

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat nilai hasil uji Ljung-Box pada model-model yang memenuhi asumsi *white noise* yaitu semua model karena nilai dari $p - value$ untuk semua model sudah di atas $\alpha = 0,05$ yang artinya bahwa semua model yang di dapatkan baik indikator impor dan ekspor sudah memenuhi syarat *white noise*. Untuk mendapatkan model terbaik perlu dicocokkan dengan uji asumsi normalitas.

3.) Uji Efek Heteroskedastisitas

Uji efek heteroskedastisitas pada residu model rata-rata bersyarat dapat dilakukan menggunakan uji Lagrange *multiplier* dengan hipotesis sebagai berikut

$H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_m = 0$ (tidak terdapat efek heteroskedastisitas sampai lag ke- m)

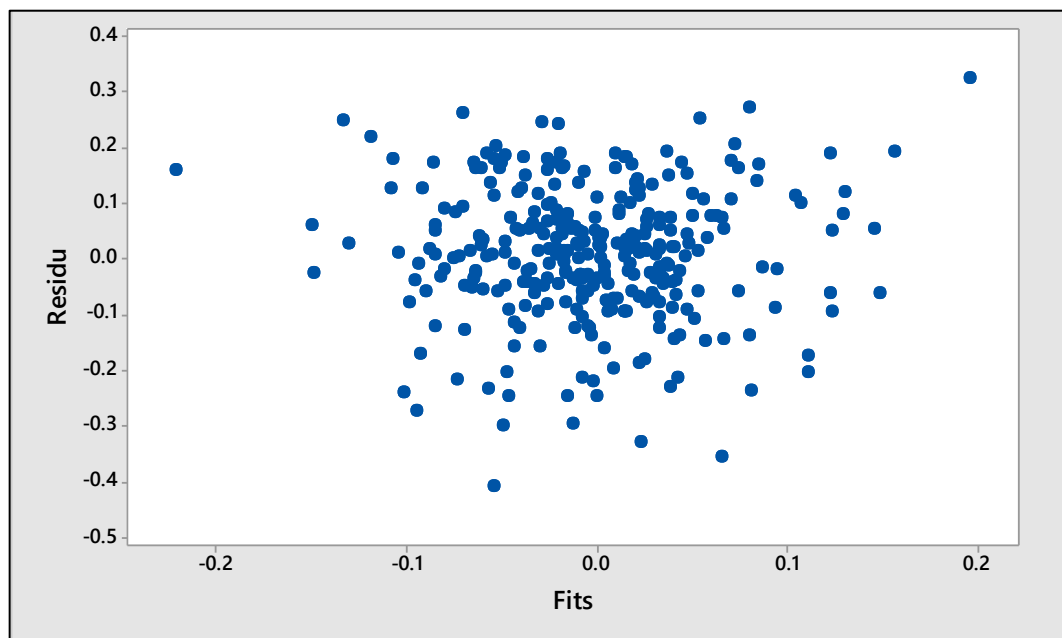
H_1 : Paling sedikit terdapat satu $\alpha_i \neq 0$ untuk $i = 1, 2, \dots, m$ (terdapat efek heteroskedastisitas sampai lag ke- m).

Hasil uji Lagrange *multiplier* pada residu model rata-rata bersyarat pada data transformasi jumlah nilai impor dan data transformasi jumlah nilai ekspor disajikan pada tabel 4.5.

Tabel 4.5. *P – Value* uji Lagrange *multiplier* Untuk Masing-Masing Model.

Data	Model	α	$p - value$
Impor	$ARIMA(1,0,0)$	0,05	0,0029
	$ARIMA(2,0,0)$	0,05	0,0052
Ekspor	$ARIMA(1,0,0)$	0,05	0,0002
	$ARIMA(2,0,0)$	0,05	0,0017
Impor	$ARIMA(2,0,0)(1,0,0)^{12}$	0,05	0,0423
Ekspor	$ARIMA(0,0,1)(0,1,1)^{12}$	0,05	0,0481

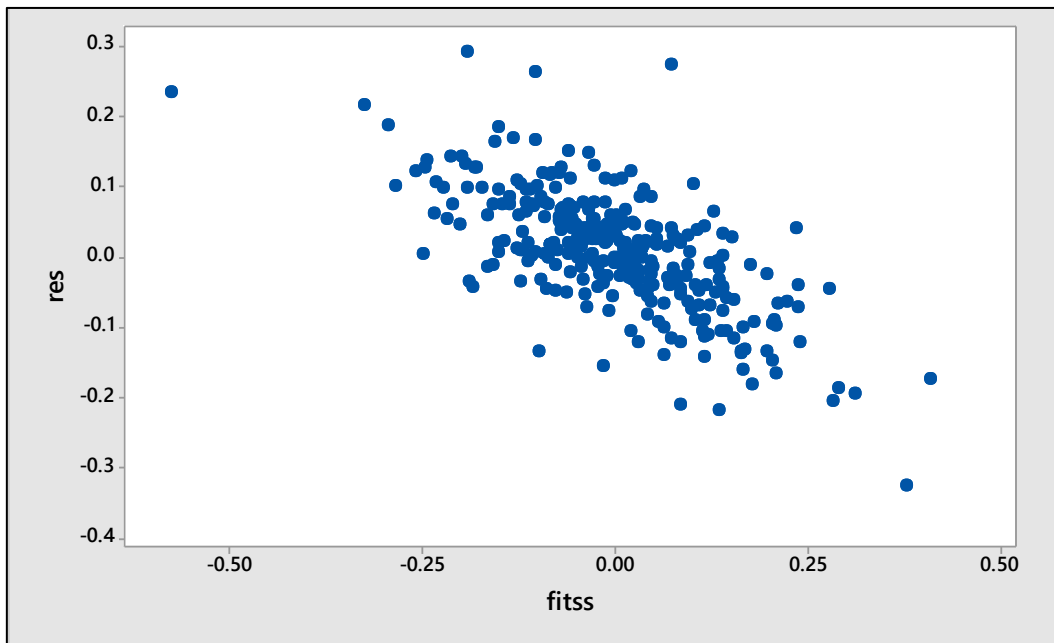
Berdasarkan tabel 4.5 semua model yang didapatkan dari data transformasi jumlah nilai impor dan ekspor diketahui mempunyai $p - value$ lebih kecil dibandingkan tingkat signifikansi α . Artinya yaitu H_0 ditolak semua residu model yang didapatkan mengandung efek Heteroskedastisitas didalamnya.



Gambar 4.11. Scatterplot data residu dan fits model $AR(p)$ impor

Berdasarkan hasil uji diagnostik model untuk melihat model manakah yang terbaik digunakan untuk rata-rata bersyarat dapat disimpulkan bahwa model

ARIMA musiman tidak menyerap efek heteroskedastisitas dengan baik. Oleh karena itu digunakan model $AR(p)$ untuk dibawa ke model volatilitas agar efek heteroskedastisitas dapat terserap dengan baik, sehingga pada residu model akhir sudah tidak terdapat efek heteroskedastisitas.



Gambar 4.12. *Scatterplot* data residu dan fits model $AR(p)$ ekspor

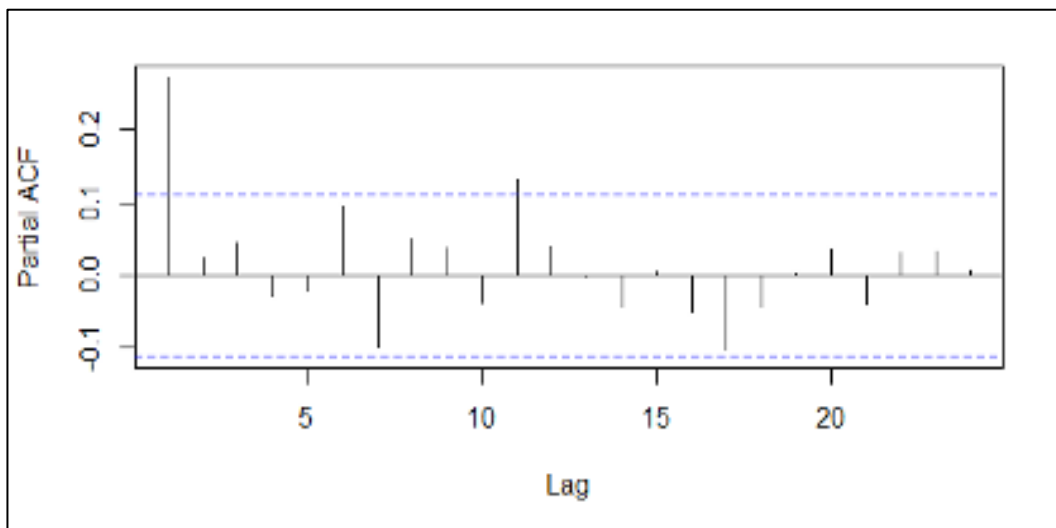
Berdasarkan gambar 4.11 dan 4.12 benar bahwa pada model $AR(p)$ yang akan di bawa ke model volatilitas terdapat efek heteroskedastisitas, karena pada hasil scatterplot yang dibentuk mempunyai pola tersendiri artinya bahwa pada residu model tersebut terdapat adanya efek heteroskedastisitas.

4.2.5. Model Volatilitas

Setelah dilakukan uji heteroskedastisitas, didapatkan kesimpulan bahwa residu model $ARIMA(1,0,0)$ data transformasi jumlah nilai impor dan $ARIMA(2,0,0)$ data transformasi jumlah nilai ekspor memiliki efek heteroskedastisitas. Model yang sesuai untuk mengatasi efek heteroskedastisitas ini yaitu model volatilitas yang meliputi model *ARCH*, dan *GARCH*. Pemilihan model volatilitas berdasarkan plot *PACF* residu kuadrat model rata-rata pada data transformasi. Berdasarkan plot *PACF* itu menghasilkan indikasi parameter model. Lebih pastinya tetap dicek sampai parameter selanjutnya.

1.) Model Volatilitas Impor

Identifikasi awal model volatilitas dapat dilihat dengan melihat plot *PACF* dari residu kuadrat dari model rata-rata bersyarat.



Gambar 4.13. Plot *PACF* Residu Kuadrat Model Rata-Rata Impor

Gambar 4.13 memperlihatkan bahwa *PACF* residu kuadrat terputus pada lag ke-1 sehingga indikasi model volatilitas yang dapat terbentuk yaitu model *ARCH*(1). Untuk membuktikan model terbaik adalah *ARCH*(1) perlu dilakukan estimasi parameter. Hasil estimasi parameter model *ARCH*(1) ditunjukkan pada tabel 4.6.

Tabel 4.6. Estimasi Parameter Model Volatilitas Data Impor

Model	<i>ARCH</i> (1)	Prob	Kesimpulan
α_0	0,00035	2×10^{-16}	Signifikan
α_1	0,7888	2×10^{-16}	Signifikan
Ljung-Box		0,3702	<i>white noise</i>
<i>AIC</i>	-1438,75		

Dari tabel 4.6 Dapat dilihat bahwa model volatilitas *ARCH*(1) mempunyai parameter yang nilai probabilitas lebih dari $\alpha = 0,05$ artinya parameter signifikan dan asumsi *white noise* terpenuhi. Sehingga model volatilitas yang digunakan yaitu *ARCH*(1) dapat dituliskan sebagai berikut

$$\sigma_t^2 = 0,00035 + 0,7888\alpha_{t-1}^2.$$

Setelah didapatkan model volatilitas dari data transformasi jumlah nilai impor maka dilakukan uji efek heteroskedastisitas pada model volatilitas ada tidaknya efek heteroskedastisitas. Uji efek heteroskedastisitas dapat dilakukan menggunakan uji Lagrange *multiplier* dengan hipotesis sebagai berikut

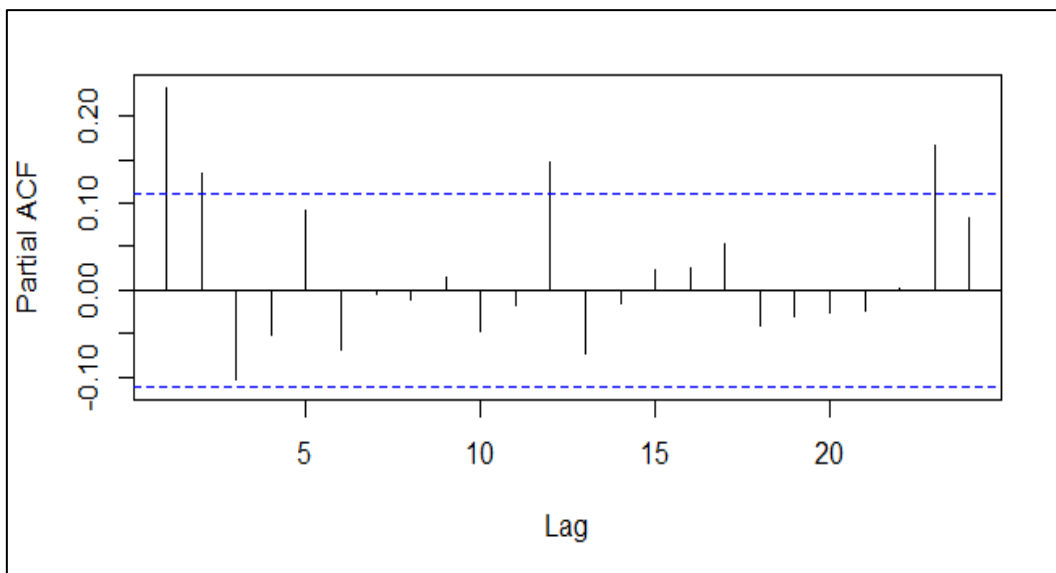
$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_m = 0$ (tidak terdapat efek heteroskedastisitas sampai lag ke- m)

H_1 : paling sedikit terdapat satu $\beta_i \neq 0$ untuk $i = 1, 2, \dots, m$ (terdapat efek heteroskedastisitas sampai lag ke- m)

Hasil uji Lagrange *multiplier* pada residu model $ARCH(1)$ sebagai variansi bersyarat dengan $ARIMA(1,0,0)$ model rata-rata bersyarat pada data transformasi jumlah nilai impor didapatkan nilai probabilitas sebesar 0,9099 lebih besar daripada tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$. Berarti H_0 tidak ditolak artinya tidak terdapat efek heteroskedastisitas pada residu model $ARCH(1)$. Tidak adanya efek heteroskedastisitas pada model $ARCH(1)$ berarti model volatilitas dapat menyerap efek heteroskedastisitas dengan baik.

2.) Model Volatilitas Ekspor

Identifikasi awal model volatilitas dapat dilihat dengan melihat plot $PACF$ dari residu kuadrat dari model rata-rata bersyarat.



Gambar 4.14. Plot $PACF$ Residu Kuadrat Model Rata-Rata Ekspor

Gambar 4.14 Memperlihatkan bahwa *PACF* residu kuadrat terputus pada lag ke-2 sehingga indikasi model volatilitas yang dapat terbentuk yaitu model *ARCH*(1) dan *ARCH*(2). Untuk membuktikan model terbaik perlu dilakukan estimasi parameter. Hasil estimasi parameter model *ARCH*(1) dan *ARCH*(2) ditunjukkan pada tabel 4.7.

Tabel 4.7. Estimasi Parameter Model Volatilitas Data Ekspor

Model	<i>ARCH</i> (1)	<i>ARCH</i> (2)	Prob	Kesimpulan
α_0	0,00014	0,00012	2×10^{-16}	Signifikan
α_1	0,2892	0,2525	$4,7 \times 10^{-6}$	Signifikan
Ljung-Box		0,2386		
<i>ARCH</i> (1)			0,8416	<i>white noise</i>
<i>ARCH</i> (2)			0,9773	<i>white noise</i>
<i>AIC</i>	-1764,675	-1773,589		

Berdasarkan tabel 4.7 Dapat dilihat bahwa model volatilitas *ARCH*(1) mempunyai parameter yang nilai probabilitas lebih dari $\alpha = 0,05$ artinya parameter signifikan dan asumsi *white noise* terpenuhi, sedangkan model volatilitas *ARCH*(2) mempunyai parameter yang nilai probabilitas lebih dari $\alpha = 0,05$ artinya parameter signifikan dan asumsi *white noise* terpenuhi. Untuk melihat model terbaik maka dilihat berdasarkan nilai *AIC* terkecilnya. *ARCH*(2) memiliki nilai *AIC* terkecil dapat dituliskan sebagai berikut

$$\sigma_t^2 = 0,00012 + 0,2525\alpha_{t-1}^2 + 0,2386\alpha_{t-2}^2.$$

Setelah didapatkan model volatilitas dari data transformasi jumlah nilai impor maka dilakukan uji efek heteroskedastisitas pada model volatilitas ada tidaknya efek heteroskedastisitas. Uji efek heteroskedastisitas dapat dilakukan menggunakan uji Lagrange *multiplier* dengan hipotesis sebagai berikut

$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_m = 0$ (tidak terdapat efek heteroskedastisitas sampai lag ke- m)

H_1 : paling sedikit terdapat satu $\beta_i \neq 0$ untuk $i = 1, 2, \dots, m$ (terdapat efek heteroskedastisitas sampai lag ke- m)

Hasil uji Lagrange *multiplier* pada residu model *ARCH*(1) sebagai variansi bersyarat dengan *ARIMA*(2,0,0) model rata-rata bersyarat pada data transformasi

jumlah nilai impor didapatkan nilai probabilitas sebesar 0,5063 lebih besar daripada tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$. Berarti H_0 tidak ditolak artinya tidak terdapat efek heteroskedastisitas pada residu model $ARCH(1)$. Tidak adanya efek heteroskedastisitas pada model $ARCH(1)$ berarti model volatilitas dapat menyerap efek heteroskedastisitas dengan baik.

4.2.6. Analisis Cluster

Analisis *cluster* menggunakan pendekatan hierarki metode *ward's* dengan tujuan untuk mengetahui jumlah *cluster* terbaik dari *volatility clustering* yang akan digunakan dalam model Markov *Switching* dan dalam penentuan nilai *smoothed probability*. Pada *volatility clustering* inilah yang menunjukkan adanya perubahan kondisi volatilitas yang mana berpengaruh terhadap state yang akan diambil. Analisis *cluster* menggunakan pendekatan hierarki metode *ward's* diterapkan pada data volatilitas jumlah nilai impor dan data volatilitas jumlah nilai ekspor. Hasil analisis *cluster* disajikan dalam tabel 4.8 dan 4.9.

Tabel 4.8. Hasil Analisis *Cluster* Data Transformasi Jumlah Nilai Impor

Agglomeration Schedule							
Stage	Cluster Combined		Coefficient s	Stage Cluster First Appears		Next Stage	Cluster
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2		
298	25	26	0,726	265	282	301	15
299	10	52	0,797	274	286	304	14
300	34	84	0,879	283	287	302	13
301	1	11	0,968	285	284	303	12
302	5	17	1,064	290	281	305	11
303	13	32	1,165	289	278	304	10
304	4	43	1,312	292	288	303	9
305	24	25	1,488	291	294	305	8
306	2	34	1,690	293	296	306	7
307	1	4	2,022	297	300	306	6
308	10	13	2,396	295	299	307	5
309	5	24	2,963	298	301	307	4
310	1	2	3,853	303	302	308	3
311	5	10	5,574	305	304	308	2
312	1	5	10,574	306	307	0	1

Pada tabel 4.6 dan tabel 4.7 hasil analisis *cluster* dari tiap tahap untuk data transformasi jumlah nilai impor dan data jumlah nilai ekspor. Dari tabel 4.6 dapat

dilihat lonjakan drastis pertama yang terjadi sebesar 890 yang terjadi pada tahap ke 309 menuju ke 310, yaitu dari 2,963 menjadi 3,853, ini terjadi pada saat proses aglomerasi menghasilkan empat *cluster*. Sedangkan dari tabel 4.7 dapat dilihat dari tahap awal sampai tahap ke 309 peningkatan koefisien tidak drastis, akan tetapi lonjakan drastis pertama yang terjadi sebesar 1,080 yang terjadi pada tahap ke 310 ke tahap 311, yaitu dari 2,126 menjadi 3,046 ini terjadi pada saat proses aglomerasi menghasilkan dua *cluster*.

Tabel 4.9. Hasil Analisis *Cluster* Data Transformasi Jumlah Nilai Ekspor

Agglomeration Schedule							
Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage	Cluster
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2		
295	11	29	0,330	276	270	301	18
296	31	51	0,355	269	287	304	17
297	25	144	0,382	286	241	298	16
298	4	28	0,410	284	274	301	15
299	21	40	0,441	282	267	303	14
300	8	17	0,479	271	277	302	13
301	7	12	0,518	280	278	300	12
302	25	38	0,570	293	279	305	11
303	9	10	0,633	290	285	306	10
304	6	7	0,719	288	297	303	9
305	4	11	0,817	294	291	304	8
306	8	16	0,930	296	289	305	7
307	6	21	1,090	300	295	307	6
308	4	31	1,313	301	292	307	5
309	8	25	1,626	302	298	306	4
310	8	9	2,126	305	299	308	3
311	4	6	3,046	304	303	308	2
312	4	8	5,074	307	306	0	1

Selanjutnya pembentukan model gabungan yaitu model *SWARCH* dengan 4 *state* untuk data transformasi jumlah nilai impor dan 2 *state* untuk data transformasi jumlah nilai ekspor.

4.2.7. Pembentukan Model *SWARCH*

Model *SWARCH*(4,1) dengan model rata-rata bersyarat *ARIMA*(1,0,0) untuk data transformasi jumlah nilai impor adalah sebagai berikut

$$\mu_{s_t} = \begin{cases} -0,00001074, & \text{untuk state 1} \\ -0,00000821, & \text{untuk state 2} \\ -0,00004617, & \text{untuk state 3} \\ -0,00001060, & \text{untuk state 4,} \end{cases}$$

dimana model variansi bersyarat $ARCH(1)$ adalah

$$\sigma_{t,s_t}^2 = \begin{cases} 0,00002243, & \text{untuk state 1} \\ 0,00000783, & \text{untuk state 2} \\ 0,00008642, & \text{untuk state 3} \\ 0,00000824, & \text{untuk state 4,} \end{cases}$$

Rata-rata dan variansi bersyarat dari volatilitas diatas menunjukkan matriks probabilitas transisi untuk data jumlah nilai impor adalah sebagai berikut

$$P = \begin{pmatrix} 0,756225731 & 0,3110144 & 0,08562957 & 0,003514847 \\ 0,191923955 & 0,2088461 & 0,00000000 & 0,147009103 \\ 0,04308328 & 0,00000000 & 0,7836639 & 0,01353810 \\ 0,008767033 & 0,4801395 & 0,1307066 & 0,835937944 \end{pmatrix}.$$

Berdasarkan matriks probabilitas transisi P diperoleh nilai probabilitas untuk berada di volatilitas rendah sebesar 0,33176, probabilitas untuk berada volatilitas sedang sebesar 0,00005, probabilitas untuk berada volatilitas tinggi sebesar 0,184775, dan probabilitas untuk berada volatilitas sangat tinggi sebesar 0,134212.

Selanjutnya Model $SWARCH(3,1)$ dengan model rata-rata bersyarat $ARIMA(2,0,0)$ untuk data jumlah nilai ekspor adalah sebagai berikut

$$\mu_{s_t} = \begin{cases} -0,00001659, & \text{untuk state 1,} \\ 0,000009196, & \text{untuk state 2,} \\ -0,00001622, & \text{untuk state 3,} \end{cases}$$

dimana model variansi bersyarat $ARCH(1)$ adalah

$$\sigma_{t,s_t}^2 = \begin{cases} 0,00001964, & \text{untuk state 1} \\ 0,00005774, & \text{untuk state 2} \\ 0,00000419, & \text{untuk state 3} \end{cases}$$

Rata-rata dan variansi bersyarat dari volatilitas diatas menunjukkan matriks probabilitas transisi untuk data jumlah nilai ekspor adalah sebagai berikut

$$P = \begin{pmatrix} 0,976970964 & 0,01733403 & 0,010399551 \\ 0,009763178 & 0,95774667 & 0,009323711 \\ 0,013265858 & 0,02491930 & 0,980276737 \end{pmatrix}$$

Berdasarkan matriks probabilitas transisi P diperoleh nilai probabilitas untuk berada pada volatilitas rendah yaitu sebesar 0,976970964, nilai probabilitas untuk berada pada volatilitas sedang yaitu sebesar 0,95774667, dan nilai probabilitas untuk berada pada volatilitas tinggi yaitu sebesar 0,980276737.

4.3. Akurasi Model Berdasarkan *Prediction Probability* dan *Smoothed Probability*

Untuk mendapatkan akurasi, perlu dicari terlebih dahulu nilai dari *smoothed probability* dan *prediction probability*, lalu berdasarkan hasil dibandingkan untuk mendapatkan akurasi model.

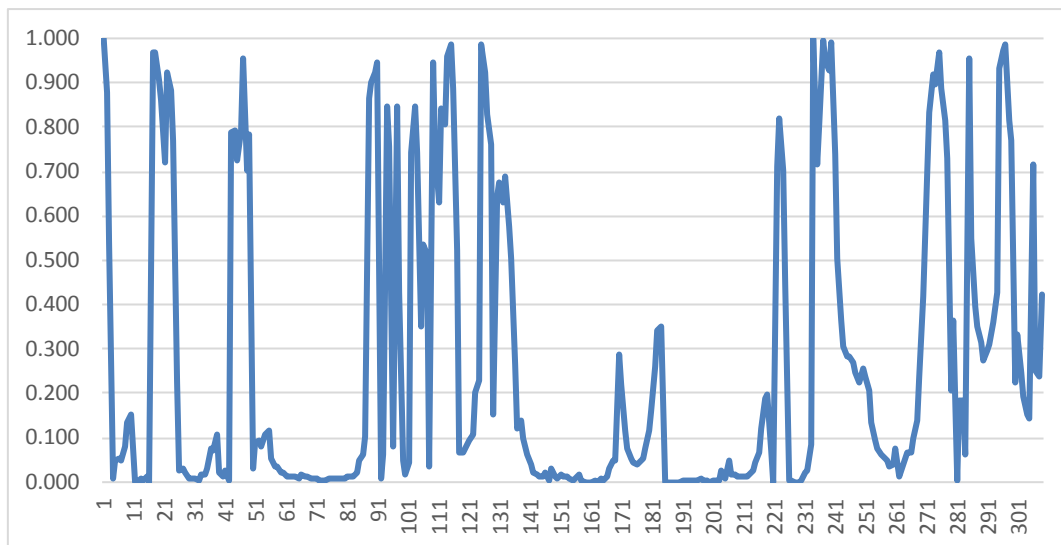
4.3.1 *Smoothed Probability*

Sinyal krisis dapat diketahui dengan melihat nilai *smoothed probability* pada periode waktu terjadinya krisis di Indonesia. Dalam menentukan batas krisis yaitu dengan cara membandingkan nilai *smoothed probability* dengan kejadian yang sebenarnya sesuai periode krisis yang telah terjadi pada tahun 1997 sampai dengan 1998 dan tahun 2008.

Dilihat dari hasil peramalan nilai *smoothed probability* dapat dikatakan bahwa untuk data transformasi jumlah nilai impor probabilitas yang kurang 0,4 masuk dalam keadaan impor yang sangat baik, nilai probabilitas diantara 0,4 sampai dengan 0,6 masuk dalam keadaan impor yang baik, nilai probabilitas diantara 0,6 sampai dengan 0,8 masuk dalam keadaan impor yang cukup buruk, dan probabilitas lebih dari 0,8 masuk dalam keadaan parah. Sedangkan untuk data transformasi jumlah ekspor nilai probabilitas yang kurang dari 0,6 masuk dalam keadaan dimana ekspor yang baik, nilai probabilitas yang diantara 0,6 sampai dengan 0,8 masuk dalam keadaan dimana ekspor yang cukup baik dan nilai probabilitas yang lebih dari 0,6 berarti keadaan ekspor dalam kondisi buruk.

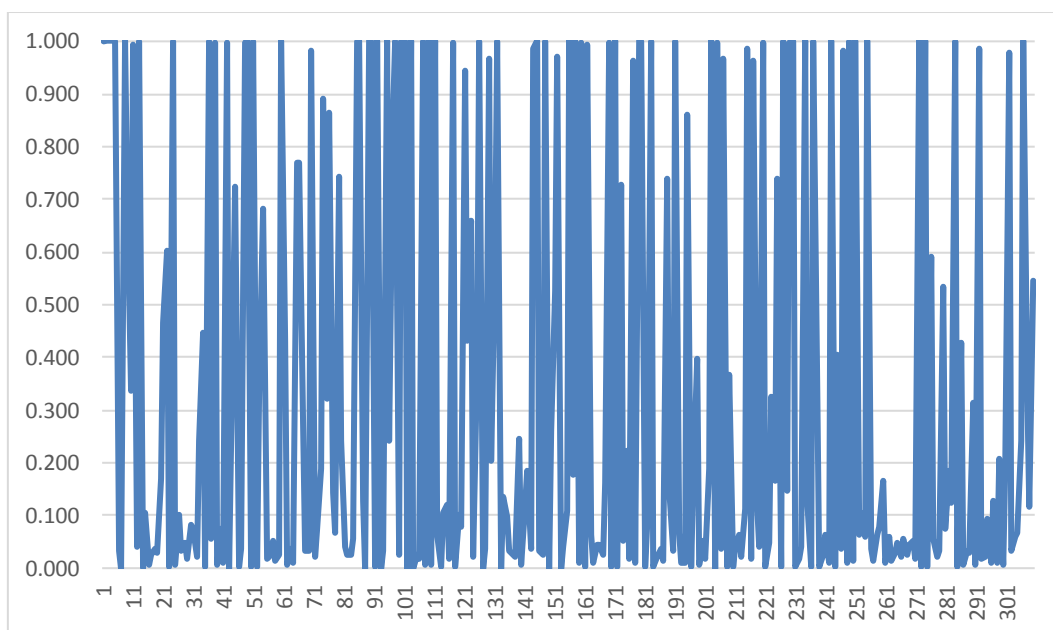
Nilai *smoothed probability* dari data transformasi jumlah nilai impor dan data transformasi jumlah nilai ekspor terdapat dalam lampiran. Plot *smoothed probability* untuk data transformasi jumlah nilai impor dan data transformasi jumlah nilai ekspor berdasarkan model *SWARCH*(4,1) dan *SWARCH*(3,1) dapat dilihat pada gambar 4.15 dan 4.16.

Berdasarkan gambar dari *smoothed probability* gambar 4.15 performa indikator impor yang kurang baik yaitu mengalami kenaikan pada masa periode krisis yaitu berkisar antara periode 95 sampai dengan periode 125 masuk kedalam periode tersebut.



Gambar 4.15. Plot *Smoothed Probability* Empat *State* Data Transformasi Jumlah Nilai Import

Pada gambar 4.16 yaitu nilai *smoothed probability* indikator ekspor mengalami performa yang kurang baik yaitu mengalami kenaikan pada masa periode krisis yaitu berkisar antara periode 95 sampai dengan periode 125 masuk kedalam periode tersebut.



Gambar 4.16. Plot *Smoothed Probability* Dua *State* Data Transformasi Jumlah Nilai Ekspor

4.3.2 Peramalan *Smoothed Probability*

Suatu periode data kinerja mungkin buruk ketika nilai *smoothed probability* yang tinggi dan adanya perubahan kondisi. Jika suatu periode data

hanya memiliki nilai *smoothed probability* yang tinggi namun tidak mengalami perubahan kondisi, maka periode data tersebut dapat dikatakan hanya terindikasi mempunyai kinerja buruk.

Untuk mengkaji kinerja model dilakukan pencarian *smoothed probability* dimasa yang akan datang, dapat dilakukan dengan cara menghitung peramalan jumlah nilai impor dan jumlah nilai ekspor. Kemudian menghitung nilai *smoothed probability* dan melakukan uji perubahan kondisi pada nilai peramalan. Nilai *smoothed probability* periode peramalan digunakan untuk mengetahui indikasi terjadinya kinerja indikator pada kondisi empat *state* untuk jumlah nilai impor dan tiga *state* untuk nilai tukar *dollar* terhadap rupiah. Nilai peramalan *smoothed probability* disajikan pada tabel 4.10 dan 4.11.

Tabel 4.10. Nilai Peramalan Smoothed Probability Jumlah Nilai Impor

Periode 2016	Peramalan	Indikasi	Periode 2016	Aktual	Indikasi
January	0.440224803	Baik	January	0.124119	Sangat Baik
February	0.383221848	Sangat Baik	February	0.067504	Sangat Baik
March	0.338872636	Sangat Baik	March	0.039797	Sangat Baik
April	0.304303299	Sangat Baik	April	0.578216	Baik
May	0.27733442	Sangat Baik	May	0.066207	Sangat Baik
June	0.256278491	Sangat Baik	June	0.223241	Sangat Baik
July	0.239826509	Sangat Baik	July	0.114379	Sangat Baik
August	0.226962162	Sangat Baik	August	0.551335	Baik
September	0.216895723	Sangat Baik	September	0.134832	Sangat Baik
October	0.209013016	Sangat Baik	October	0.118349	Sangat Baik
November	0.202836003	Sangat Baik	November	0.348971	Sangat Baik
December	0.197992298	Sangat Baik	December	0.128590	Sangat Baik

Berdasarkan Tabel 4.10. dapat dilihat nilai *prediction probability* menyatakan sebanyak 10 periode mengalami indikasi adanya performa yang sangat baik yaitu di periode Februari sampai dengan Desember 2016 dan sebanyak 1 data

menyatakan performa yang baik pada periode Januari 2016. Indikasi-indikasi performa tersebut didapatkan dari pembatasan nilai dari *smoothed probability*. Pada tabel 4.10 juga dibandingkan nilai dari *prediction probability* dengan *smoothed probability* dari data volatilitas aktual.

Tabel 4.11. *Classification Table Antara Smoothed Probability dan Prediction Probability*

		Data Impor			
		Smoothed Probability			
		Sangat Baik	Baik	Buruk	Sangat Buruk
Prediction Probability	Sangat Baik	9	2	0	0
	Baik	1	0	0	0
	Buruk	0	0	0	0
	Sangat Buruk	0	0	0	0

Hasil dari perbandingan antara *prediction probability* dengan *smoothed probability* berdasarkan tabel 4.11 yaitu tabel klasifikasi diketahui bahwa *prediction probability* dengan model *SWARCH(4,1)* cukup akurat dalam menggambarkan *smoothed probability* dari data aktual. Berdasarkan tabel 4.11 kelas yang terbentuk hanya ada dua kelas yaitu sangat baik dan baik yang artinya kondisi yang dialami yaitu *imbalance*, sehingga dapat dihitung untuk akurasi nya yaitu sebagai berikut.

$$\text{Recall} \rightarrow \text{kelas sangat baik} = \frac{9}{9 + 2} \times 100\% = 81,82\%$$

$$\text{Recall} \rightarrow \text{kelas baik} = \frac{0}{1 + 0} \times 100\% = 0\%$$

$$\begin{aligned} \text{AUC} &= \frac{1}{2} (\text{kelas sangat baik} + \text{kelas baik}) \\ &= \frac{1}{2} (81,82\% + 0\%) = 40,91\% \end{aligned}$$

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan pada indikasi pada *prediction probability* dan *smoothed probability* memiliki akurasi yaitu sebesar 40,91%.

Tabel 4.12. Nilai Peramalan Smoothed Probability Jumlah Nilai Ekspor

Periode 2016	Peramalan	Indikasi	Periode 2016	Aktual	Indikasi
January	0.34081317	Baik	January	0.124119	Baik
February	0.340688493	Baik	February	0.067504	Baik
March	0.340590766	Baik	March	0.039797	Baik
April	0.340517914	Baik	April	0.078216	Baik
May	0.34046799	Baik	May	0.066207	Baik
June	0.340439169	Baik	June	0.123241	Baik
July	0.340429746	Baik	July	0.114379	Baik
August	0.340438119	Baik	August	0.151335	Baik
September	0.340462792	Baik	September	0.134832	Baik
October	0.340502366	Baik	October	0.118349	Baik
November	0.340555531	Baik	November	0.148971	Baik
December	0.340621065	Baik	December	0.128593	Baik

Berdasarkan tabel 4.12 dapat dilihat nilai *prediction probability* menyatakan sebanyak 12 periode yaitu Januari 2016 sampai dengan Desember 2016 menyatakan performa yang baik. Indikasi-indikasi performa tersebut didapatkan dari pembatasan nilai dari *smoothed probability*. Pada tabel 4.12 juga dibandingkan nilai dari *prediction probability* dengan *smoothed probability* dari data volatilitas aktual.

Tabel 4.13. Classification Table Antara Smoothed Probability dan Prediction Probability
Data Ekspor

		Smoothed Probability			
		Sangat Baik	Baik	Buruk	Sangat Buruk
Prediction Probability	Sangat Baik	0	0	0	0
	Baik	0	12	0	0
	Buruk	0	0	0	0
	Sangat Buruk	0	0	0	0

Hasil dari perbandingan antara *prediction probability* dengan *smoothed probability* berdasarkan tabel 4.13 yaitu tabel klasifikasi diketahui bahwa *prediction probability* model *SWARCH(3,1)* akurat dalam menggambarkan *smoothed probability* dari data aktual. Kesimpulan cukup akurat tersebut diambil berdasarkan pada indikasi pada *prediction probability* dan *smoothed probability* memiliki indikasi yang sama sehingga accuracynya sebesar 100%.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan perumusan masalah dan penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut

- a) Model gabungan volatilitas dan Markov *switching* yang dapat menyerap adanya efek heteroskedastisitas dan perubahan kondisi volatilitas berdasarkan analisis *cluster* yaitu model *SWARCH*(4,1) untuk indikator impor dan *SWARCH*(3,1) untuk indikator ekspor.
- b) Nilai peramalan *smoothed probability* pada model indikator impor dan pada model *SWARCH*(4,1) dan *SWARCH*(3,1) mempunyai akurasi yaitu sebesar 40,91% untuk indikator impor dan 100% untuk indikator ekspor. Berdasarkan informasi indikator tersebut dapat disimpulkan bahwa kinerja model gabungan dapat digunakan dengan baik.

5.2. Saran

Penelitian menggunakan indikator impor dan ekspor agar mendapatkan akurasi yang lebih bagus alangkah baiknya asumsi normalitas di penuhi dan pada model bisa digunakan model yang memperhitungkan musiman dan yang dapat menyerap efek heteroskedastisitas dengan baik. Pada model gabungan untuk indikator impor perlu dilakukan pendekatan nilai awal yang lebih baik agar akurasi yang didapat meningkat. Alangkah baiknya untuk melihat performa indikator impor dan ekspor secara menyeluruh diperhitungkan juga kepengaruhannya indikator lainnya terhadap indikator impor dan ekspor.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Amir, M. S., (2000), *Seluk Beluk dan Teknik Perdagangan Luar Negeri*, Jakarta:Penerbit PPM.
- Armstrong, J. S., (2001), *Principle Of Forecasting*, Kluwer Academic Publishers New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow.
- Arisyi, F. R., Tamarind, P. K. I., Dea, K. A., and Syalinda, C., (2012), *Buletin Ekonomi Moneter dan Perbankan*, Jakarta: Penerbit BI.
- Barsamian, D. dan Lan, L.S., (2009), *Menembus Batas (Beyond Boundaries) Damai untuk Semesta*. Semarang: PT Aneka Ilmu.
- Bollerslev, T., (1986), Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity, *Journal of Econometrics*, Vol. 31, 307-327.
- Brooks, C., (2008), *Introductory Econometrics for Finance-Second Edition*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Cahyono, A. B., (2010), Analisis Pemanfaatan Small Disjunct Pada Decision Tree Dengan Algoritma Genetika, *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*.
- Canarella, G. and Pollard, S.K., (1989), Unanticipated Monetary Growth, Output, and The Price Level in Latin America: An Empirical Investigation, *Journal of Economics*, Vol 30, No. 2, 345-358.
- Chang, K., Cho K.Y., and Hong M., (2010), Stock Volatility, Foreign Exchange Rate Volatility and the Global Financial Crisis, *Journal of Economic Research*, Vol. 15, 249-272.
- Chow, G. C., (1960), Test of Equality Between Sets of Coefficient in Two Linear Regression, *Journal of Econometrics*, Vol. 28, 591-605.
- Cryer, J. D., (1986), *Time series Analysis*, 1st edition, Boston:PWS–Kent Publishers Duxbury Press.
- Das, and Amaresh, (2017), The Stock Market Volatility and Regime Changes: A Test in Econometrics, *Journal of Management and Business Research*, Vol.17, 8-12.
- Engle, R. F., (1982), Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation, *Journal of Econometrics*, Vol. 50, 987-1006.

- Gujarati, D. N., (2004), *Basic Econometrics*, 4th edition, The McGraw-Hill Companies.
- Gray, S.F., (1996), Modeling the Conditional Distribution of Interest Rates as a Regime-Switching Process, *Journal of Finance Economics*, Vol. 42, 27-62.
- Hamilton, J. D., (1989), A New Approach to the Economic Analysis of Nonstationary Time series and the Business Cycle, *Journal of Econometrics*, Vol. 57, 357-384.
- Hamilton, J. D. and Susmel R., (1994), *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity and Changes in Regime*, *Journal of Econometrics*, Vol. 64, 307-333.
- Han, J., Kamber, M., & Pei, J. (2006). *Data Mining: Concept and Techniques, Second Edition*. Waltham: Morgan Kaufmann.
- Hassani, H. and E.S. Silva, (2015), A Kolmogorov-Smirnov Based Test for Comparing Predictive Accuracy of Two Sets of Forecasts, *Journal of Econometrics*, Vol.3, 590-609.
- Henry, T.O., (2007), *Between The Rock and a Hard Place: Regime Switching in the Relationship Between Short-Term Interest Rates and Equity Returns in the UK*, Department of Economics, The University of Melbourne, Victoria, Australia.
- Hermawan, D. W., (2015), *Pendeteksian Krisis Keuangan di Indonesia Menggunakan Gabungan Model Volatilitas dan Markov Switching Berdasarkan Indikator Jumlah Nilai Impor*, Skripsi Jurusan Matematika FMIPA UNS, Surakarta.
- Hyndman, R. J., Koehler, A. B., Ord, J. K., dan Snyder, R. D. (2009). *Monitoring Processes with Changing Variances*. *International Journal of Forecasting* 25(3), 518-525.
- Jimmy, B., (2013), Ekspor dan Impor Pengaruhnya Terhadap Posisi Cadangan Devisa di Indonesia, *Journal EMBA*, Vol. 1, No. 4, 1406-1415.
- Kaminsky G., Lizondo S., and Reinhart C. M., (1998), *Leading Indicators of Currency Crisis*, Vol. 45, No. 2, 3-44.
- Kubat, M., and Matwin, S., (2013), Addressing The curse of Imbalanced Training Sets: One-Sided Selection, *Journal of Science*.

- Madhulatha, (2012), T. Soni, An Overview on Clustering Methods, *Journal of Engineering*, Vol. 2, 719-725.
- Margana, S. dan Fitriyaningsih, W., (2010), *Sejarah Indonesia: Perspektif Lokal dan Global*, Yogyakarta: Penerbit Ombak.
- Nelson, D.B., (1991), Conditional Heteroscedasticity in Aset Return: A New Approach, *Journal of Econometrics*, Vol. 59, 347-370.
- Pradini, D.Y. Dan Raharjo, S., (2012), "Peramalan nilai ekspor dan impor Indonesia ke Jepang menggunakan Model Varima", *Journal Online Matematika Univeritas Negeri Malang*, Vol. 1, 1-10.
- Rencher, Alvin, (2002) *Methods of Multivariate Analysis*, 2nd Edition, New Work: John Wiley & Sons, Inc.
- Setyaningsih A. N., (2015), *Pendeteksian Krisis Keuangan di Indonesia Menggunakan Gabungan Model Volatilitas dan Markov Switching Berdasarkan Indikator Jumlah Nilai Ekspor*, Skripsi Jurusan Matematika FMIPA UNS, Surakarta.
- Shojaei, A., Khezri M., and Samadi S.Z., (2013), The Asymmetrical Effects of Oil Market Shocks on Tehran Stock Exchange: A Regime Switching Model, *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, Vol.3, 1149-1155.
- Sugiyanto, Etik Z., and Sari S. P., (2018), Detection method of financial crisis in Indonesia using MSGARCH models based on banking condition indicators, *Journal of Physics*, Vol.1.
- Sugiyanto, Etik Z., Yuliana S., and Anis N., (2018), Financial Crisis Forecasting in Indonesia Based on Bank deposits, Real Exchange Rates and Trade Terms Indicators, *Journal of Physics*, Vol.1.
- Sugiyanto, Etik Z., and Setianingrum M., (2018), The detection of financial crisis using combination of volatility and markov switching models based on real output, domestic credit per GDP, and ICI indicators, *Journal of Physics*, Vol.1.
- Sugiyanto, Etik Z., Yuliana S., and Sisca R. D., (2017), Markov Switching Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (SWARCH) Model to Detect Financial Crisis in Indonesia Based on Import and Export Indicators, *Journal of Physics*, Vol.1.

- Tarmidi, L. T., (1998). *Krisis Moneter Indonesia : Sebab, Dampak, Peran IMF dan Saran*, Wakil Kepala Pusat Kajian APEC, Universitas Indonesia, email: lepi@lpem.feui.org.
- Tsay, R.S., (2005), *Analysis of Financial Time series*, 2nd edition, John Wiley and Sons, New Jersey, Canada.
- Wei, W. W. S. (2006). *Time series Analysis Univariate and Multivariate Methods*. Pearson Education.

Lampiran 1 Data Inflow Variabel Penelitian Indikator Krisis Periode Januari 1990-Desember 2015

Periode	Impor	Ekspor	Periode	Impor	Ekspor	Periode	Impor	Ekspor
Jan-90	1314.8	1909	Feb-92	2228	2487	Mar-94	2619.1	3032.3
Feb-90	1492.2	1845.2	Mar-92	2134	2627	Apr-94	2326.1	3133.9
Mar-90	1694.3	2055	Apr-92	2263	2390	May-94	2642.8	3209.8
Apr-90	1067.6	1803	May-92	2245	2703	Jun-94	2806.8	3567.8
May-90	1796.1	1802	Jun-92	2352	2694	Jul-94	2643.5	3514.9
Jun-90	1686.9	1750	Jul-92	2202	2844	Aug-94	2756.1	3592.2
Jul-90	1756.7	1812	Aug-92	2206	2017	Sep-94	2857.1	3481.2
Aug-90	2042.4	2124	Sep-92	2374	2851	Oct-94	2857.3	3646.3
Sep-90	2259	2603	Oct-92	2093	3453	Nov-94	2757.8	3640.9
Oct-90	1847.7	2639	Nov-92	2240	3313	Dec-94	3364	3768
Nov-90	2383.3	2681.2	Dec-92	2785	3351	Jan-95	2740	3259
Dec-90	2426.8	2650.5	Jan-93	2143	3002	Feb-95	2942	3431
Jan-91	1942	2554	Feb-93	2016	2893	Mar-95	3010	3485
Feb-91	2097.3	2361	Mar-93	2191	3009	Apr-95	3059	3414
Mar-91	2205.8	2115	Apr-93	2235	2958	May-95	3559	3822
Apr-91	2195.6	2667	May-93	2154	3118	Jun-95	3964	3834
May-91	2245	2378	Jun-93	2628.7	2981.2	Jul-95	3460	3775
Jun-91	2224	2433	Jul-93	2430.4	3025.7	Aug-95	3807	3953
Jul-91	2177	2538	Aug-93	2221.2	3128.4	Sep-95	3847	3940
Aug-91	2047	2414	Sep-93	2682.1	3084.1	Oct-95	3391	3900
Sep-91	1943	2441	Oct-93	2431.1	3218.4	Nov-95	3371	4080
Oct-91	2257	2544	Nov-93	2374.4	3212.1	Dec-95	3505	4524
Nov-91	2070	2409	Dec-93	2821.5	3194.7	Jan-96	3184	3601
Dec-91	2609	2689	Jan-94	2112.2	2666.5	Feb-96	2870	3685
Jan-92	2189	2358	Feb-94	2245.9	2799.6	Mar-96	3563	3955

Periode	Impor	Ekspor	Periode	Impor	Ekspor	Periode	Impor	Ekspor
Apr-96	3690	4030	May-98	2600	4239	Jun-00	4224.08	5758.76
May-96	3942	4075	Jun-98	2840	4668	Jul-00	3775.49	5758.9
Jun-96	4012	4136	Jul-98	3181	4333	Aug-00	4145.24	5844.25
Jul-96	3589	4069	Aug-98	3062	4252	Sep-00	4529.65	6223.86
Aug-96	3434	4322	Sep-98	3046	4781	Oct-00	4009.63	5906.55
Sep-96	3645	4331	Oct-98	3059	3785	Nov-00	3794.02	5753.31
Oct-96	3521	4472	Nov-98	2451	3542	Dec-00	2795.87	5067.28
Nov-96	3652	4456	Dec-98	2465	3557	1-Jan	3450.36	5054.34
Dec-96	3827	4682	Jan-99	2140	3041	1-Feb	2975.14	4796.81
Jan-97	4781	4484	Feb-99	2452	3357	1-Mar	3428.28	5547.68
Feb-97	3310	4027	Mar-99	2795	4413	1-Apr	3342.56	4963.68
Mar-97	4699	4451	Apr-99	3029	4127	1-May	3472.19	5115.77
Apr-97	3943	4946	May-99	2873	4169	1-Jun	3343.8	4924.61
May-97	5000	4854	Jun-99	2748	4106	1-Jul	3089.01	4894.19
Jun-97	3550	4936	Jul-99	2638	4534	1-Aug	3145.31	4802.44
Jul-97	4340	5130	Aug-99	2771	4903	1-Sep	2945.13	4533.71
Aug-97	4732	4547	Sep-99	3228	4832	1-Oct	2818.6	4646.55
Sep-97	4459	4689	Oct-99	2924	4549	1-Nov	2997.73	4230.04
Oct-97	4786	4838	Nov-99	2933	4394	1-Dec	3423.57	3852.55
Nov-97	3966	4516	Dec-99	2790	4819	2-Jan	2560.74	3808.41
Dec-97	3741	4879	Jan-00	3288.15	4471.1	2-Feb	2631.49	4164.37
Jan-98	3203	3892	Feb-00	2698.29	5012.49	2-Mar	2754.24	4697.32
Feb-98	2401	4027	Mar-00	3375.78	5629.79	2-Apr	3264.3	4985.57
Mar-98	3284	4908	Apr-00	2955.02	4720.43	2-May	3047.57	5109.16
Apr-98	3687	4385	May-00	3484.08	5257.56	2-Jun	2954.47	4936.9

Periode	Impor	Ekspor	Periode	Impor	Ekspor	Periode	Impor	Ekspor
2-Jul	3345.56	5270.78	4-Aug	4457.59	6520.1	6-Sep	6861.87	9312.65
2-Aug	3886.72	5586.51	4-Sep	5152.75	6555.23	6-Oct	6037.23	8461.69
2-Sep	3558.24	5342.58	4-Oct	5045.22	6754.77	6-Nov	8193.75	8796.08
2-Oct	3650.67	5258.97	4-Nov	4178.52	5998.1	6-Dec	7386.23	9885.12
2-Nov	3298.46	5066.09	4-Dec	5944.28	7074.14	7-Jan	6730.36	8640.81
2-Dec	2777.93	4547.16	5-Jan	5429.6	6298.97	7-Feb	6417.82	8530.4
3-Jan	3668.31	5437.72	5-Feb	6074.67	6508.01	7-Mar	7507.83	9455.05
3-Feb	4059.96	5318.91	5-Mar	6988.89	7324.25	7-Apr	7121.93	9300.94
3-Mar	3469.44	5530.98	5-Apr	6229.64	6879.85	7-May	8164.4	9978.23
3-Apr	3210.37	5306.91	5-May	6722.51	7472.28	7-Jun	7750.17	9923.25
3-May	3530.64	4928.17	5-Jun	6215.77	7222.97	7-Jul	8005.74	10106.4
3-Jun	2992.76	5462.34	5-Jul	6577.65	7234.93	7-Aug	8344.14	10041.5
3-Jul	3572.71	5423.85	5-Aug	7109.42	7227.15	7-Sep	8245.12	9861.03
3-Aug	3317.71	5617.91	5-Sep	6469.01	7477.26	7-Oct	7701.68	10391.3
3-Sep	3307.42	5469.95	5-Oct	6459.48	7971.88	7-Nov	9063.73	10383.4
3-Oct	3434.63	5511.15	5-Nov	5057.42	7019.4	7-Dec	8047.7	11402
3-Nov	3297.11	4955.32	5-Dec	6296.58	8083.78	8-Jan	9504.46	11484.6
3-Dec	3706.61	5146	6-Jan	5683.84	7812.44	8-Feb	9710.95	10881.4
4-Jan	4188.2	5366.22	6-Feb	5806.08	7734.13	8-Mar	10137.9	12047.4
4-Feb	3747	4457.33	6-Mar	6608.4	7716.01	8-Apr	11704.4	11318.6
4-Mar	4575.71	5222.2	6-Apr	6299.44	8188.78	8-May	11277.2	13053.9
4-Apr	4416.9	5259.14	6-May	6696.91	8440.11	8-Jun	11854	12971.9
4-May	4083.33	6062.2	6-Jun	7191.82	8855.03	8-Jul	12661.7	12704.3
4-Jun	4542.13	6514.87	6-Jul	7086.82	9111.59	8-Aug	11716.8	12453.5
4-Jul	4676.46	6380.14	6-Aug	6806.2	9179.84	8-Sep	10903.1	12922

Periode	Impor	Ekspor	Periode	Impor	Ekspor	Periode	Impor	Ekspor
8-Oct	11314.2	11373.4	10-Nov	12551.8	15044	12-Dec	15582	15393.9
8-Nov	8711.71	9577.5	10-Dec	13675.7	16268.6	13-Jan	15450.2	15375.5
8-Dec	7954.24	8817.49	11-Jan	12658.1	14943.4	13-Feb	15313.3	15015.6
9-Jan	6564.02	7431.96	11-Feb	12114	14125.3	13-Mar	14887.1	15024.6
9-Feb	5626.48	7857.55	11-Mar	14609	16749.5	13-Apr	16463.5	14760.9
9-Mar	6479.42	8905.86	11-Apr	14775.4	16387.8	13-May	16660.5	16074
9-Apr	6307.87	8414.49	11-May	14819.8	17799.4	13-Jun	15636	14740.7
9-May	6912.11	9602.02	11-Jun	15571.6	17586.7	13-Jul	17417	15108.5
9-Jun	7976.98	10141.4	11-Jul	15837.1	16907.5	13-Aug	13012.1	13160.8
9-Jul	8839.88	10259.9	11-Aug	14646.3	18530.8	13-Sep	15509.77	14809.3
9-Aug	8387.41	10893.6	11-Sep	14901.9	16937.8	13-Oct	15674.02	15716.9
9-Sep	7107.29	10135.2	11-Oct	15530.2	17092.4	13-Nov	15149.33	15938.56
9-Oct	9083.91	11899.9	11-Nov	15505.2	16611.2	13-Dec	15455.86	16967.8
9-Nov	8272.77	10642.7	11-Dec	15895.6	16997.1	14-Jan	14916.23	14472.62
9-Dec	8797.41	13461	12-Jan	15153.3	15678.5	14-Feb	13790.66	14634.17
10-Jan	9166.95	10538.7	12-Feb	15813.3	15704.4	14-Mar	14523.72	15192.78
10-Feb	8961.26	11225	12-Mar	16217	16970	14-Apr	16254.98	14292.52
10-Mar	10930.6	13320.1	12-Apr	16474.2	15863.4	14-May	14770.34	14823.66
10-Apr	10667.5	12140.4	12-May	16899	16371.8	14-Jun	15697.74	15409.49
10-May	10023.7	12537.3	12-Jun	16139.8	15304.7	14-Jul	14081.71	14124.15
10-Jun	11060.1	12761.4	12-Jul	16005.2	15738.7	14-Aug	14793.23	14481.65
10-Jul	11975.4	12996.7	12-Aug	13664.4	13706.4	14-Sep	15546.09	15275.85
10-Aug	12343.6	14192.3	12-Sep	15405.3	16162.6	14-Oct	15327.99	15292.89
10-Sep	9069.19	12519.5	12-Oct	17256.4	15326.7	14-Nov	14041.61	13544.73
10-Oct	11672.8	14279.5	12-Nov	16935	16316.9	14-Dec	14434.51	14436.34

Periode	Impor	Ekspor
15-Jan	12612.65	13244.88
15-Feb	11510.11	12172.8
15-Mar	12608.69	13634.04
15-Apr	11626.28	13104.59
15-May	11613.59	12754.66
15-Jun	12978.09	13514.1
15-Jul	10081.86	11465.78
15-Aug	12399.25	12726.04
15-Sep	11558.61	12588.36
15-Oct	11108.92	12121.74
15-Nov	11519.47	11122.19
15-Dec	12077.29	11917.11

Lampiran 2 Data Outflow Variabel Penelitian Indikator Krisis Periode Januari 1990-Desember 2015

Periode	Impor	Ekspor
16-Jan	10467	10480.6
16-Feb	10175.6	11312
16-Mar	11301.7	11810
16-Apr	10813.6	11475.9
16-May	11140.7	11514.3
16-Jun	12095.2	12974.4
16-Jul	9017.2	9530.8
16-Aug	12385.2	12748.3
16-Sep	11297.5	12568.5
16-Oct	11507.2	12742.6
16-Nov	12669.4	13503.6
16-Dec	12780.3	13772.4

Lampiran 3 Data Transformasi Outflow Variabel Penelitian Indikator Krisis Periode Januari 1990-
Desember 2015

Per	Rt_Impor	Rt_ekspor	Per	Rt_Impor	Rt_ekspor
1	*	*	26	0.017659504	0.053263363
2	0.126566978	-0.033991872	27	-0.043106169	0.054765346
3	0.127018135	0.107688175	28	0.058693214	-0.094549145
4	-0.461856538	-0.130823904	29	-0.007985845	0.123068901
5	0.520204509	-0.000554785	30	0.046560509	-0.003335189
6	-0.062725123	0.005888732	31	-0.065899992	0.054184434
7	0.040544524	0.03481542	32	0.001814883	-0.343600253
8	0.150688538	0.158869896	33	0.073395375	0.346058551
9	0.100796651	0.203363523	34	-0.125977853	0.191573608
10	-0.200980615	0.013735432	35	0.067877422	-0.041389295
11	0.25454446	0.015864398	36	0.217772008	0.011404685
12	0.018087435	-0.011516154	37	-0.262041157	-0.109980076
13	-0.222855147	-0.037087544	38	-0.061091366	-0.036984707
14	0.076932433	-0.0785755	39	0.08324271	0.039313772
15	0.050439452	-0.110030446	40	0.019883167	-0.017094433
16	-0.004634897	0.231899433	41	-0.036914649	0.052678406
17	0.022250164	-0.114694447	42	0.199162849	-0.044865867
18	-0.009398145	0.022865266	43	-0.078433575	0.014816566
19	-0.021359594	0.042251305	44	-0.090008262	0.033379222
20	-0.061572476	-0.050091247	45	0.188552479	-0.014261811
21	-0.052142136	0.011122669	46	-0.09825624	0.042624461
22	0.149803327	0.041329854	47	-0.023599056	-0.001959413
23	-0.086487891	-0.054525922	48	0.172523884	-0.005431742
24	0.231418399	0.109957654	49	-0.2895386	-0.180726436
25	-0.175522188	-0.131355575	50	0.061376273	0.048709799

Per	Rt_Impor	Rt_ekspor	Per	Rt_Impor	Rt_ekspor
51	0.153724416	0.079844858	76	0.035023571	0.018785775
52	-0.118637702	0.032956828	77	0.066061751	0.011104371
53	0.127645916	0.023930395	78	0.017601661	0.014858391
54	0.060206083	0.105740529	79	-0.111416258	-0.016331868
55	-0.059941248	-0.014938084	80	-0.04414785	0.060320989
56	0.04171284	0.021753753	81	0.059630603	0.002080204
57	0.035990487	-0.031387766	82	-0.034611325	0.032037274
58	7.00E-05	0.046335893	83	0.036529923	-0.003584233
59	-0.035443863	-0.001482051	84	0.046806244	0.049473866
60	0.198697482	0.034313453	85	0.222568523	-0.043209864
61	-0.205172822	-0.145123957	86	-0.36770154	-0.107493823
62	0.071131702	0.051431364	87	0.350401531	0.100107108
63	0.022850457	0.01561628	88	-0.175407865	0.105450379
64	0.016147986	-0.02058342	89	0.237496058	-0.018776062
65	0.151391541	0.112889221	90	-0.342490309	0.016752179
66	0.10777401	0.003134799	91	0.200926745	0.038550373
67	-0.135985027	-0.015508262	92	0.086473598	-0.120637984
68	0.095572888	0.046074402	93	-0.05942342	0.030751665
69	0.010452146	-0.003294061	94	0.070770464	0.031282072
70	-0.126168761	-0.01020417	95	-0.187936959	-0.068874766
71	-0.005915427	0.045120435	96	-0.058405075	0.077313635
72	0.038981084	0.10329957	97	-0.155265085	-0.226017117
73	-0.096052253	-0.228184974	98	-0.288202553	0.034098518
74	-0.103826238	0.023058941	99	0.313176874	0.197844845
75	0.216290857	0.070710076	100	0.115750928	-0.112676901

Per	Rt_Impor	Rt_ekspor	Per	Rt_Impor	Rt_ekspor
101	-0.349301674	-0.033862233	126	0.192597465	0.091055133
102	0.088292607	0.096403322	127	-0.11227131	2.43E-05
103	0.113391561	-0.074470572	128	0.093430512	0.014711788
104	-0.038127316	-0.018870682	129	0.088683986	0.062932021
105	-0.005239043	0.117260269	130	-0.121945706	-0.052328388
106	0.004258811	-0.233603843	131	-0.055272825	-0.026286563
107	-0.221591961	-0.066354348	132	-0.305282815	-0.126971157
108	0.005695703	0.004225954	133	0.210335245	-0.002556904
109	-0.141385978	-0.156731084	134	-0.148187477	-0.052296167
110	0.136098189	0.098861309	135	0.141767581	0.145428709
111	0.130928089	0.273507012	136	-0.025321697	-0.111232421
112	0.080400425	-0.06700398	137	0.038048538	0.030180525
113	-0.052875752	0.010125448	138	-0.037677634	-0.038082842
114	-0.044483406	-0.01522688	139	-0.079257234	-0.006196296
115	-0.04085232	0.099155233	140	0.018061803	-0.018924665
116	0.049187212	0.078242711	141	-0.065759496	-0.057583533
117	0.152654485	-0.014586802	142	-0.043912651	0.02458442
118	-0.098910209	-0.060353032	143	0.061615028	-0.093913559
119	0.003073248	-0.034667455	144	0.132828531	-0.093476183
120	-0.049984194	0.092326464	145	-0.290387587	-0.011523488
121	0.164283501	-0.074931974	146	0.027253946	0.089353224
122	-0.197706858	0.114298334	147	0.045591317	0.12042713
123	0.22400817	0.116139344	148	0.169903802	0.059555607
124	-0.13312099	-0.176172244	149	-0.068700793	0.024487267
125	0.164698602	0.107767144	150	-0.031025274	-0.034297403

Per	Rt_Impor	Rt_ekspor	Per	Rt_Impor	Rt_ekspor
151	0.124314816	0.065440755	176	-0.047933152	0.021699673
152	0.149931521	0.058176404	177	0.144922292	0.005373491
153	-0.088299574	-0.044646081	178	-0.021089292	0.029985718
154	0.025644672	-0.015773492	179	-0.188484144	-0.11880617
155	-0.10145502	-0.037365873	180	0.352472296	0.165003129
156	-0.171749647	-0.108066455	181	-0.090563946	-0.116059753
157	0.27802502	0.178856993	182	0.1122622	0.032647598
158	0.101442056	-0.02209146	183	0.140194079	0.118157035
159	-0.157179924	0.03909662	184	-0.115003199	-0.062593911
160	-0.077607002	-0.04135527	185	0.07614305	0.082603324
161	0.095092962	-0.074042023	186	-0.078371986	-0.033933948
162	-0.165283119	0.102909547	187	0.056587928	0.001654459
163	0.177128373	-0.007071374	188	0.077743127	-0.001075917
164	-0.074049626	0.035153813	189	-0.094397582	0.034021647
165	-0.003106357	-0.026690233	190	-0.001474264	0.064053935
166	0.037740776	0.007503837	191	-0.244692347	-0.127242605
167	-0.040862878	-0.106311566	192	0.219150157	0.141181841
168	0.117071385	0.037757967	193	-0.102379568	-0.03414225
169	0.122153335	0.041904036	194	0.021278584	-0.010074333
170	-0.111315528	-0.185573818	195	0.129435923	-0.002345611
171	0.199806358	0.158368837	196	-0.047880827	0.059467534
172	-0.035323785	0.007048746	197	0.061185485	0.030230417
173	-0.078525261	0.142105255	198	0.071298043	0.047990317
174	0.106483233	0.072014486	199	-0.014707548	0.02856157
175	0.029145348	-0.020897216	200	-0.040402759	0.007462546

Per	Rt_Import	Rt_ekspor	Per	Rt_Import	Rt_ekspor
201	0.008146038	0.014363916	226	0.037011422	-0.12765399
202	-0.128034702	-0.095824774	227	-0.261390476	-0.171860698
203	0.305426371	0.03875725	228	-0.090962978	-0.082679349
204	-0.103754213	0.116724428	229	-0.1921019	-0.17094763
205	-0.092988822	-0.134534268	230	-0.154119196	0.055685234
206	-0.047550138	-0.012860075	231	0.141146976	0.125234634
207	0.15686798	0.102912737	232	-0.02683294	-0.056754267
208	-0.05276772	-0.01643352	233	0.091476886	0.132018273
209	0.136604483	0.07029025	234	0.143284948	0.054652563
210	-0.052068461	-0.005525231	235	0.102713408	0.011617037
211	0.032444006	0.018288398	236	-0.05254153	0.059932368
212	0.041400712	-0.006442381	237	-0.165610754	-0.072160948
213	-0.011937986	-0.01813588	238	0.245383699	0.160515483
214	-0.068183023	0.052378292	239	-0.093535318	-0.111655786
215	0.162842248	-0.000760541	240	0.061487961	0.234922405
216	-0.118894399	0.093580402	241	0.041147265	-0.24474242
217	0.166374826	0.007218229	242	-0.022693783	0.063089238
218	0.021492953	-0.053952098	243	0.198655353	0.171130739
219	0.043026761	0.101793959	244	-0.024364459	-0.092735439
220	0.143683963	-0.062401479	245	-0.062249447	0.032169467
221	-0.037181851	0.142639549	246	0.098391749	0.017716789
222	0.049882375	-0.00630146	247	0.079510508	0.018270489
223	0.065916326	-0.020844961	248	0.030283164	0.088004085
224	-0.07755798	-0.019938811	249	-0.308254755	-0.125412135
225	-0.071976557	0.036929577	250	0.252378394	0.131537514

Per	Rt_Impor	Rt_ekspor	Per	Rt_Impor	Rt_ekspor
251	0.072602733	0.052154298	276	-0.083266084	-0.058230053
252	0.085756454	0.078257629	277	-0.008494454	-0.001195994
253	-0.077323209	-0.084967139	278	-0.008900216	-0.023685673
254	-0.043935518	-0.056302215	279	-0.028226666	0.000599197
255	0.187275969	0.170400891	280	0.100650743	-0.017707065
256	0.011325859	-0.021831252	281	0.011894839	0.085221267
257	0.003000489	0.082627593	282	-0.0634647	-0.086590684
258	0.049484618	-0.012021814	283	0.107870793	0.024645124
259	0.016906547	-0.039385624	284	-0.291567047	-0.138014785
260	-0.078167545	0.091676902	285	0.175590454	0.118012647
261	0.017300978	-0.089886402	286	0.010534417	0.059481205
262	0.041297794	0.00908611	287	-0.034048258	0.014004764
263	-0.001611064	-0.028556754	288	0.020031913	0.0625761
264	0.02486689	0.022965575	289	-0.035538338	-0.159058842
265	-0.047824011	-0.080752394	290	-0.07845833	0.011100617
266	0.042633028	0.001650581	291	0.051791624	0.03746111
267	0.025208717	0.077506151	292	0.112616148	-0.061083992
268	0.015735446	-0.06743251	293	-0.095778207	0.036488229
269	0.025458928	0.031545774	294	0.060895637	0.038759
270	-0.045966177	-0.067400372	295	-0.108639961	-0.087097455
271	-0.008374602	0.027962677	296	0.049292851	0.024996233
272	-0.158119759	-0.13825977	297	0.049639516	0.053390819
273	0.119917695	0.164837054	298	-0.014128591	0.001114865
274	0.113471483	-0.053103526	299	-0.087655504	-0.121390473
275	-0.018800603	0.062604975	300	0.027596803	0.063751097

Per	Rt_Impor	Rt_ekspor
301	-0.134921589	-0.086137576
302	-0.091474499	-0.084407108
303	0.091160479	0.113365652
304	-0.081118206	-0.039607056
305	-0.001092089	-0.027065855
306	0.111086587	0.05783689
307	-0.252524782	-0.164366638
308	0.206898217	0.104283341
309	-0.070205373	-0.010877711
310	-0.039682225	-0.037772043
311	0.036290258	-0.086058323
312	0.047288182	0.069032971

Lampiran 4 Hasil Estimasi Parameter Model ARMA Yang Signifikan Pada Data Transformasi Impor

Model AR(1)

Call:

```
arma(x = rt1, order = c(1, 0), lag = NULL, coef = NULL, include.intercept = FALSE)
```

Model:

ARMA(1,0)

Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-0.40783	-0.05864	0.01550	0.08094	0.32374

Coefficient(s):

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
ar1	-0.42538	0.05124	-8.302	<2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Fit:

sigma² estimated as 0.01414, Conditional Sum-of-Squares = 4.4, AIC = -439.81

Model AR(2)

Call:

```
arma(x = rt1, order = c(2, 0), lag = NULL, coef = NULL, include.intercept = FALSE)
```

Model:

ARMA(2,0)

Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-0.37914	-0.05216	0.01845	0.09015	0.30812

Coefficient(s):

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
ar1	-0.51262	0.05543	-9.248	< 2e-16 ***
ar2	-0.19425	0.05536	-3.509	0.00045 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Fit:

sigma² estimated as 0.01352, Conditional Sum-of-Squares = 4.2, AIC = -451.95

Lampiran 5 Hasil Uji Diagnostik Model ARMA Pada Data Transformasi Impor

```
resar2<-residuals(arma20)
> str(resar2)
 num [1:311] NA NA -0.372 0.308 0.114 ...

> library(stats)
> library(nortest)
> lillie.test(resar2)

      Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test

data:  resar2
D = 0.068391, p-value = 0.001385

> Box.test(resar2,lag = 1, type =c("Box-Pierce","Ljung-Box"),fit
df = 0)

      Box-Pierce test

data:  resar2
X-squared = 0.073866, df = 1, p-value = 0.7858

> library(zoo)
> library(FinTS)
> ArchTest(resar2, lags=12, demean=FALSE)

      ARCH LM-test; Null hypothesis: no ARCH effects

data:  resar2
Chi-squared = 28.213, df = 12, p-value = 0.005149

> resar1<-residuals(arma10)
> str(resar1)
 num [1:311] NA 0.181 -0.408 0.324 0.159 ...

> library(stats)
> library(nortest)
> lillie.test(resar1)

      Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test

data:  resar1
D = 0.048016, p-value = 0.08166

> Box.test(resar1,lag = 1, type =c("Box-Pierce","Ljung-Box"),fit
df = 0)

      Box-Pierce test

data:  resar1
X-squared = 2.7307, df = 1, p-value = 0.09844
```

```
> library(zoo)
> library(FinTS)
> ArchTest(resar1, lags=12, demean=FALSE)

      ARCH LM-test; Null hypothesis: no ARCH effects

data:  resar1
Chi-squared = 29.842, df = 12, p-value = 0.002949
```

Lampiran 6 Hasil Estimasi Parameter Model ARMA Yang Signifikan Pada Data Transformasi Ekspor

Model AR(1)

Call:
arma(x = rt2, order = c(1, 0), lag = NULL, coef = NULL, include.
intercept = FALSE)

Model:
ARMA(1,0)

Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-0.32661	-0.04080	0.01101	0.05445	0.30450

Coefficient(s):

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
ar1	-0.31353	0.05389	-5.818	5.96e-09 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Fit:
sigma^2 estimated as 0.007179, Conditional Sum-of-Squares = 2.2
4, AIC = -650.69

Model AR(2)

Call:
arma(x = rt2, order = c(2, 0), lag = NULL, coef = NULL, include.
intercept = FALSE)

Model:
ARMA(2,0)

Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-0.32518	-0.03895	0.01421	0.05631	0.29035

Coefficient(s):

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
ar1	-0.34686	0.05626	-6.166	7.02e-10 ***
ar2	-0.11135	0.05633	-1.977	0.0481 *

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Fit:
sigma^2 estimated as 0.007073, Conditional Sum-of-Squares = 2.2
, AIC = -653.31

Lampiran 7 Hasil Uji Diagnostik Model ARMA Pada Data Transformasi Ekspor

```
> resar20<-residuals(arma20)
> str(resar20)
num [1:311] NA NA -0.0973 -0.0339 -0.044 ...

> library(stats)
> library(nortest)
> lillie.test(resar20)

      Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test

data:  resar20
D = 0.051825, p-value = 0.04415

> Box.test(resar20,lag = 1, type =c("Box-Pierce","Ljung-Box"),fi
tdf = 0)

      Box-Pierce test

data:  resar20
X-squared = 3.8725e-05, df = 1, p-value = 0.995

> library(zoo)
> library(FinTS)
> ArchTest(resar20, lags=12, demean=FALSE)

      ARCH LM-test; Null hypothesis: no ARCH effects

data:  resar20
Chi-squared = 38.432, df = 12, p-value = 0.0001305

> resar10<-residuals(arma10)
> str(resar10)
num [1:311] NA 0.097 -0.0971 -0.0416 -0.0295 ...

> library(stats)
> library(nortest)
> lillie.test(resar10)

      Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test

data:  resar10
D = 0.057668, p-value = 0.01466

> Box.test(resar10,lag = 1, type =c("Box-Pierce","Ljung-Box"),fi
tdf = 0)

      Box-Pierce test

data:  resar10
X-squared = 0.53925, df = 1, p-value = 0.4627
```

```
> library(zoo)
> library(FinTS)
> ArchTest(resar10, lags=12, demean=FALSE)

      ARCH LM-test; Null hypothesis: no ARCH effects

data:  resar10
Chi-squared = 37.227, df = 12, p-value = 0.0002052
```

Lampiran 8 Hasil Estimasi Parameter Model *ARCH* Data Impor dan Uji Lagrange *Multiplier*

Model *ARCH(1)*

***** ESTIMATION WITH ANALYTICAL GRADIENT *****

I	INITIAL X(I)	D(I)
1	4.413324e-04	1.000e+00
2	5.000000e-02	1.000e+00

IT	NF	F	RELDF	PRELDF	RELDX	STPPAR	D
*STEP	NP	PRELDF					
0	1	-9.809e+02					
1	12	-9.852e+02	4.39e-03	1.76e-02	1.9e-03	4.6e+08	1.
9e-04	4.07e+06						
2	13	-9.858e+02	5.87e-04	4.05e-04	1.9e-03	2.0e+00	1.
9e-04	5.84e+00						
3	14	-9.859e+02	1.36e-04	1.65e-04	1.9e-03	2.0e+00	1.
9e-04	6.23e+00						
4	20	-9.939e+02	7.99e-03	1.22e-02	5.2e-01	2.0e+00	1.
1e-01	6.10e+00						
5	21	-9.982e+02	4.36e-03	4.17e-03	2.6e-01	1.1e-01	1.
1e-01	4.20e-03						
6	23	-1.003e+03	4.65e-03	4.19e-03	2.7e-01	0.0e+00	2.
0e-01	4.19e-03						
7	24	-1.004e+03	1.30e-03	9.17e-04	6.4e-02	0.0e+00	6.
4e-02	9.17e-04						
8	26	-1.005e+03	9.45e-04	7.63e-04	1.3e-01	0.0e+00	1.
5e-01	7.63e-04						
9	27	-1.005e+03	1.53e-04	1.18e-04	4.5e-02	0.0e+00	6.
4e-02	1.18e-04						
10	28	-1.005e+03	2.17e-05	1.89e-05	2.2e-02	0.0e+00	3.
4e-02	1.89e-05						
11	29	-1.005e+03	6.44e-07	6.05e-07	4.1e-03	0.0e+00	6.
5e-03	6.05e-07						
12	30	-1.005e+03	2.93e-09	2.90e-09	3.0e-04	0.0e+00	4.
7e-04	2.90e-09						
13	31	-1.005e+03	4.14e-13	4.14e-13	3.5e-06	0.0e+00	5.
6e-06	4.14e-13						

***** RELATIVE FUNCTION CONVERGENCE *****

FUNCTION	-1.005329e+03	RELDX	3.530e-06
FUNC. EVALS	31	GRAD. EVALS	14
PRELDF	4.144e-13	NP	PRELDF

I	FINAL X(I)	D(I)	G(I)
1	3.519182e-04	1.000e+00	4.086e-04
2	7.887876e-01	1.000e+00	-1.022e-07


```

Call:
garch(x = reskuaimp, order = c(0, 1))

Model:
GARCH(0,1)

Residuals:
      Min       1Q   Median       3Q      Max
2.362e-07 5.463e-02 2.270e-01 8.174e-01 5.063e+00

Coefficient(s):
      Estimate Std. Error  t value Pr(>|t|)
a0 3.519e-04   1.976e-05   17.81  <2e-16 ***
a1 7.888e-01   8.537e-02    9.24  <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Diagnostic Tests:
      Jarque Bera Test

data:  Residuals
X-squared = 1031.5, df = 2, p-value < 2.2e-16

      Box-Ljung test

data:  Squared.Residuals
X-squared = 0.80298, df = 1, p-value = 0.3702

> AIC(arch11)
[1] -1438.754
> resiarchimp = residuals(arch11)
> ArchTest(resiarchimp,lags=45, demean=FALSE)

      ARCH LM-test; Null hypothesis: no ARCH effects

data:  resiarchimp
Chi-squared = 32.897, df = 45, p-value = 0.9099

```

Lampiran 9 Hasil Estimasi Parameter Model *ARCH* Data Ekspor dan Uji Lagrange *Multiplier*

Model *ARCH*(1)

***** ESTIMATION WITH ANALYTICAL GRADIENT *****

I	INITIAL X(I)	D(I)
1	1.356305e-04	1.000e+00
2	5.000000e-02	1.000e+00

IT	NF	F	RELDF	PRELDF	RELDX	STPPAR	D
*STEP	NP	RELDF					
0	1	-1.180e+03					
1	13	-1.181e+03	1.16e-03	6.10e-03	4.0e-04	4.5e+09	4.
0e-05	1.36e+07						
2	14	-1.182e+03	4.60e-04	3.41e-04	3.9e-04	2.0e+00	4.
0e-05	8.41e+00						
3	15	-1.182e+03	4.65e-05	5.63e-05	4.0e-04	2.0e+00	4.
0e-05	8.80e+00						
4	22	-1.187e+03	4.14e-03	6.80e-03	3.6e-01	2.0e+00	5.
6e-02	8.69e+00						
5	23	-1.188e+03	9.53e-04	1.10e-03	1.5e-01	0.0e+00	3.
6e-02	1.10e-03						
6	25	-1.189e+03	1.31e-03	9.83e-04	1.5e-01	0.0e+00	4.
9e-02	9.83e-04						
7	26	-1.190e+03	3.61e-04	2.66e-04	9.7e-02	0.0e+00	4.
1e-02	2.66e-04						
8	27	-1.190e+03	1.76e-04	1.32e-04	7.3e-02	0.0e+00	3.
7e-02	1.32e-04						
9	28	-1.190e+03	3.54e-05	2.89e-05	3.9e-02	0.0e+00	2.
2e-02	2.89e-05						
10	29	-1.190e+03	2.73e-06	2.44e-06	1.3e-02	0.0e+00	7.
6e-03	2.44e-06						
11	30	-1.190e+03	5.02e-08	4.84e-08	1.9e-03	0.0e+00	1.
2e-03	4.84e-08						
12	31	-1.190e+03	7.72e-11	7.67e-11	7.8e-05	0.0e+00	4.
7e-05	7.67e-11						

***** RELATIVE FUNCTION CONVERGENCE *****

FUNCTION	-1.189888e+03	RELDX	7.830e-05
FUNC. EVALS	31	GRAD. EVALS	13
PRELDF	7.668e-11	NPRELDF	7.668e-11

I	FINAL X(I)	D(I)	G(I)
1	1.376795e-04	1.000e+00	4.329e-01
2	3.001971e-01	1.000e+00	-3.784e-06

Call:
garch(x = reskuaeks, order = c(0, 1))

Model:
GARCH(0,1)

Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	2.529e-06	3.004e-02	1.706e-01	6.596e-01	7.518e+00

Coefficient(s):

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
a0	1.377e-04	4.403e-06	31.272	< 2e-16	***
a1	3.002e-01	6.743e-02	4.452	8.52e-06	***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Box-Ljung test

data: Squared.Residuals
X-squared = 3.1457e-06, df = 1, p-value = 0.9986

Lampiran 10 Data Residu Kuadrat dan Volatilitas Jumlah Nilai Impor

at^2	alfa0	alfa1	sigma^2	sigma	bulan
*	0.00035	0.7888	*	*	Jan-90
*	0.00035	0.7888	*	*	Feb-90
0.032709193	0.00035	0.7888	*	*	Mar-90
0.16632199	0.00035	0.7888	0.0261510113	0.1617127432	Apr-90
0.104808438	0.00035	0.7888	0.1315447859	0.3626910337	May-90
0.025140628	0.00035	0.7888	0.0830228957	0.2881369392	Jun-90
0.000192174	0.00035	0.7888	0.0201809274	0.1420595911	Jul-90
0.028202248	0.00035	0.7888	0.0005015871	0.0223961393	Aug-90
0.027190725	0.00035	0.7888	0.0225959334	0.1503194379	Sep-90
0.024996884	0.00035	0.7888	0.0217980440	0.1476416067	Oct-90
0.028578548	0.00035	0.7888	0.0200675418	0.1416599514	Nov-90
0.015968068	0.00035	0.7888	0.0228927583	0.1513035303	Dec-90
0.046294328	0.00035	0.7888	0.0129456118	0.1137787846	Jan-91
0.00031916	0.00035	0.7888	0.0368669656	0.1920077227	Feb-91
0.006916375	0.00035	0.7888	0.0006017532	0.0245306591	Mar-91
0.000282942	0.00035	0.7888	0.0058056368	0.0761947292	Apr-91
0.000411221	0.00035	0.7888	0.0005731849	0.0239412810	May-91
4.43094E-09	0.00035	0.7888	0.0006743711	0.0259686563	Jun-91
0.000642995	0.00035	0.7888	0.0003500035	0.0187083803	Jul-91
0.004992604	0.00035	0.7888	0.0008571946	0.0292778859	Aug-91
0.006136162	0.00035	0.7888	0.0042881657	0.0654840871	Sep-91
0.016287696	0.00035	0.7888	0.0051902045	0.0720430740	Oct-91
0.000518245	0.00035	0.7888	0.0131977343	0.1148813923	Nov-91
0.037880226	0.00035	0.7888	0.0007587913	0.0275461667	Dec-91
0.00594165	0.00035	0.7888	0.0302299223	0.1738675423	Jan-92
0.003249412	0.00035	0.7888	0.0050367736	0.0709702302	Feb-92
0.001266949	0.00035	0.7888	0.0029131364	0.0539734785	Mar-92
0.001628674	0.00035	0.7888	0.0013493690	0.0367337585	Apr-92
0.000288351	0.00035	0.7888	0.0016346982	0.0404314017	May-92
0.001863089	0.00035	0.7888	0.0005774513	0.0240302173	Jun-92
0.002124677	0.00035	0.7888	0.0018196045	0.0426568223	Jul-92
0.000687355	0.00035	0.7888	0.0020259451	0.0450105001	Aug-92
0.005500801	0.00035	0.7888	0.0008921860	0.0298694827	Sep-92
0.008978916	0.00035	0.7888	0.0046890318	0.0684765055	Oct-92
0.000204185	0.00035	0.7888	0.0074325687	0.0862123465	Nov-92
0.060834007	0.00035	0.7888	0.0005110611	0.0226066595	Dec-92
0.02869837	0.00035	0.7888	0.0483358647	0.2198541897	Jan-93
0.029776151	0.00035	0.7888	0.0229872739	0.1516155463	Feb-93
0.003278231	0.00035	0.7888	0.0238374279	0.1543937431	Mar-93

0.003057284	0.00035	0.7888	0.0029358690	0.0541836596	Apr-93
0.00080979	0.00035	0.7888	0.0027615855	0.0525507896	May-93
0.033657646	0.00035	0.7888	0.0009887622	0.0314445888	Jun-93
3.95105E-05	0.00035	0.7888	0.0268991510	0.1640096063	Jul-93
0.015220677	0.00035	0.7888	0.0003811659	0.0195234709	Aug-93
0.022579578	0.00035	0.7888	0.0123560703	0.1111578620	Sep-93
0.000325815	0.00035	0.7888	0.0181607710	0.1347619050	Oct-93
0.004276507	0.00035	0.7888	0.0006070025	0.0246374203	Nov-93
0.026401501	0.00035	0.7888	0.0037233090	0.0610189236	Dec-93
0.046721207	0.00035	0.7888	0.0211755038	0.1455180533	Jan-94
0.003817611	0.00035	0.7888	0.0372036883	0.1928825763	Feb-94
0.03233972	0.00035	0.7888	0.0033613314	0.0579769904	Mar-94
0.002835228	0.00035	0.7888	0.0258595710	0.1608091134	Apr-94
0.005956776	0.00035	0.7888	0.0025864275	0.0508569320	May-94
0.013111105	0.00035	0.7888	0.0050487050	0.0710542400	Jun-94
0.001178615	0.00035	0.7888	0.0106920395	0.1034023188	Jul-94
0.000262933	0.00035	0.7888	0.0012796913	0.0357727729	Aug-94
0.002887362	0.00035	0.7888	0.0005574015	0.0236093514	Sep-94
0.00023653	0.00035	0.7888	0.0026275508	0.0512596407	Oct-94
0.001254158	0.00035	0.7888	0.0005365748	0.0231640836	Nov-94
0.033716479	0.00035	0.7888	0.0013392795	0.0365961674	Dec-94
0.014556775	0.00035	0.7888	0.0269455583	0.1641510227	Jan-95
0.000260633	0.00035	0.7888	0.0118323845	0.1087767643	Feb-95
0.002820487	0.00035	0.7888	0.0005555870	0.0235708924	Mar-95
0.000669156	0.00035	0.7888	0.0025747998	0.0507424856	Apr-95
0.025046394	0.00035	0.7888	0.0008778302	0.0296281987	May-95
0.029643372	0.00035	0.7888	0.0201065954	0.1417977271	Jun-95
0.008125297	0.00035	0.7888	0.0237326915	0.1540541836	Jul-95
0.0014234	0.00035	0.7888	0.0067592346	0.0822145641	Aug-95
0.002611891	0.00035	0.7888	0.0014727778	0.0383767870	Sep-95
0.014816405	0.00035	0.7888	0.0024102598	0.0490943964	Oct-95
0.00355034	0.00035	0.7888	0.0120371804	0.1097140849	Nov-95
0.001329681	0.00035	0.7888	0.0031505081	0.0561293873	Dec-95
0.006315575	0.00035	0.7888	0.0013988527	0.0374012394	Jan-96
0.020933653	0.00035	0.7888	0.0053317255	0.0730186656	Feb-96
0.029627206	0.00035	0.7888	0.0168624654	0.1298555559	Mar-96
0.016136303	0.00035	0.7888	0.0237199399	0.1540127915	Apr-96
0.006554518	0.00035	0.7888	0.0130783160	0.1143604650	May-96
0.002088748	0.00035	0.7888	0.0055202036	0.0742980725	Jun-96
0.010801219	0.00035	0.7888	0.0019976040	0.0446945640	Jul-96
0.008379897	0.00035	0.7888	0.0088700017	0.0941806865	Aug-96
0.001668814	0.00035	0.7888	0.0069600624	0.0834269883	Sep-96
8.54854E-05	0.00035	0.7888	0.0016663604	0.0408210778	Oct-96

0.000475548	0.00035	0.7888	0.0004174309	0.0204311256	Nov-96
0.003886928	0.00035	0.7888	0.0007251121	0.0269279049	Dec-96
0.058795982	0.00035	0.7888	0.0034160092	0.0584466355	Jan-97
0.074543189	0.00035	0.7888	0.0467282705	0.2161672280	Feb-97
0.037632009	0.00035	0.7888	0.0591496678	0.2432070472	Mar-97
0.00069459	0.00035	0.7888	0.0300341290	0.1733035748	Apr-97
0.026530405	0.00035	0.7888	0.0008978927	0.0299648572	May-97
0.05830531	0.00035	0.7888	0.0212771836	0.1458670066	Jun-97
0.00305137	0.00035	0.7888	0.0463412282	0.2152701284	Jul-97
0.029564476	0.00035	0.7888	0.0027569208	0.0525063886	Aug-97
0.000512548	0.00035	0.7888	0.0236704586	0.1538520672	Sep-97
0.002069622	0.00035	0.7888	0.0007542982	0.0274644894	Oct-97
0.0249112	0.00035	0.7888	0.0019825181	0.0445254764	Nov-97
0.019140488	0.00035	0.7888	0.0199999549	0.1414211970	Dec-97
0.032439348	0.00035	0.7888	0.0154480173	0.1242900530	Jan-98
0.125492188	0.00035	0.7888	0.0259381575	0.1610532754	Feb-98
0.03632154	0.00035	0.7888	0.0993382377	0.3151796911	Mar-98
0.061985662	0.00035	0.7888	0.0290004304	0.1702951274	Apr-98
0.090038332	0.00035	0.7888	0.0492442903	0.2219105457	May-98
0.003635165	0.00035	0.7888	0.0713722363	0.2671558278	Jun-98
0.022785665	0.00035	0.7888	0.0032174179	0.0567222877	Jul-98
0.000102149	0.00035	0.7888	0.0183233327	0.1353637053	Aug-98
0.000460426	0.00035	0.7888	0.0004305748	0.0207502964	Sep-98
4.12188E-06	0.00035	0.7888	0.0007131837	0.0267054995	Oct-98
0.048303407	0.00035	0.7888	0.0003532513	0.0187949818	Nov-98
0.007843661	0.00035	0.7888	0.0384517272	0.1960911196	Dec-98
0.019310759	0.00035	0.7888	0.0065370795	0.0808522077	Jan-99
0.005769288	0.00035	0.7888	0.0155823267	0.1248291900	Feb-99
0.035653424	0.00035	0.7888	0.0049008146	0.0700058183	Mar-99
0.018521641	0.00035	0.7888	0.0284734206	0.1687406903	Apr-99
0.000348765	0.00035	0.7888	0.0149598706	0.1223105497	May-99
0.004485723	0.00035	0.7888	0.0006251059	0.0250021171	Jun-99
0.003572996	0.00035	0.7888	0.0038883383	0.0623565414	Jul-99
0.001011849	0.00035	0.7888	0.0031683792	0.0562883573	Aug-99
0.030129183	0.00035	0.7888	0.0011481463	0.0338843074	Sep-99
0.001154266	0.00035	0.7888	0.0241158992	0.1552929464	Oct-99
0.001521069	0.00035	0.7888	0.0012604848	0.0355033068	Nov-99
0.002369441	0.00035	0.7888	0.0015498195	0.0393677476	Dec-99
0.020455112	0.00035	0.7888	0.0022190151	0.0471064232	Jan-00
0.016339082	0.00035	0.7888	0.0164849923	0.1283938953	Feb-00
0.019574304	0.00035	0.7888	0.0132382677	0.1150576714	Mar-00
0.001431339	0.00035	0.7888	0.0157902112	0.1256591071	Apr-00
0.011679553	0.00035	0.7888	0.0014790403	0.0384582935	May-00

0.068988426	0.00035	0.7888	0.0095628314	0.0977897308	Jun-00
0.000920804	0.00035	0.7888	0.0547680703	0.2340257899	Jul-00
0.002086011	0.00035	0.7888	0.0010763305	0.0328074760	Aug-00
0.016493542	0.00035	0.7888	0.0019954454	0.0446704081	Sep-00
0.007093273	0.00035	0.7888	0.0133601061	0.1155859252	Oct-00
0.011480209	0.00035	0.7888	0.0059451735	0.0771049513	Nov-00
0.108105895	0.00035	0.7888	0.0094055886	0.0969824141	Dec-00
0.006476214	0.00035	0.7888	0.0856239298	0.2926156690	Jan-01
0.003447531	0.00035	0.7888	0.0054584374	0.0738812382	Feb-01
0.006198731	0.00035	0.7888	0.0030694125	0.0554022785	Mar-01
0.001223809	0.00035	0.7888	0.0052395592	0.0723847993	Apr-01
0.000744049	0.00035	0.7888	0.0013153408	0.0362676270	May-01
0.000461934	0.00035	0.7888	0.0009369061	0.0306089224	Jun-01
0.009079124	0.00035	0.7888	0.0007143738	0.0267277717	Jul-01
0.000244998	0.00035	0.7888	0.0075116129	0.0866695614	Aug-01
0.00337287	0.00035	0.7888	0.0005432544	0.0233078174	Sep-01
0.005167487	0.00035	0.7888	0.0030105201	0.0548682069	Oct-01
0.001843465	0.00035	0.7888	0.0044261137	0.0665290442	Nov-01
0.025293134	0.00035	0.7888	0.0018041252	0.0424749951	Dec-01
0.054702367	0.00035	0.7888	0.0203012241	0.1424823642	Jan-02
0.009267968	0.00035	0.7888	0.0434992271	0.2085646832	Feb-02
0.00327007	0.00035	0.7888	0.0076605728	0.0875246984	Mar-02
0.035833469	0.00035	0.7888	0.0029294308	0.0541242167	Apr-02
1.2762E-05	0.00035	0.7888	0.0286154407	0.1691609905	May-02
0.003629944	0.00035	0.7888	0.0003600667	0.0189754227	Jun-02
0.012347071	0.00035	0.7888	0.0032133000	0.0566859770	Jul-02
0.041132787	0.00035	0.7888	0.0100893696	0.1004458539	Aug-02
0.000601335	0.00035	0.7888	0.0327955426	0.1810953963	Sep-02
0.00014199	0.00035	0.7888	0.0008243332	0.0287112041	Oct-02
0.008198644	0.00035	0.7888	0.0004620015	0.0214942204	Nov-02
0.046184713	0.00035	0.7888	0.0068170903	0.0825656727	Dec-02
0.042011329	0.00035	0.7888	0.0367805017	0.1917824332	Jan-03
0.0482714	0.00035	0.7888	0.0334885360	0.1829987321	Feb-03
0.013002566	0.00035	0.7888	0.0384264804	0.1960267339	Mar-03
0.020870929	0.00035	0.7888	0.0106064243	0.1029874958	Apr-03
0.003854016	0.00035	0.7888	0.0168129886	0.1296649089	May-03
0.015583216	0.00035	0.7888	0.0033900477	0.0582241162	Jun-03
0.011410666	0.00035	0.7888	0.0126420404	0.1124368285	Jul-03
1.6815E-06	0.00035	0.7888	0.0093507333	0.0966991896	Aug-03
0.001197532	0.00035	0.7888	0.0003513264	0.0187437022	Sep-03
0.001326373	0.00035	0.7888	0.0012946131	0.0359807317	Oct-03
0.000615477	0.00035	0.7888	0.0013962430	0.0373663345	Nov-03
0.009937947	0.00035	0.7888	0.0008354885	0.0289048186	Dec-03

0.029567773	0.00035	0.7888	0.0081890526	0.0904933845	Jan-04
0.003522932	0.00035	0.7888	0.0236730593	0.1538605188	Feb-04
0.023242613	0.00035	0.7888	0.0031288891	0.0559364738	Mar-04
0.002467036	0.00035	0.7888	0.0186837730	0.1366885987	Apr-04
0.008751825	0.00035	0.7888	0.0022959979	0.0479165719	May-04
0.005340743	0.00035	0.7888	0.0072534397	0.0851671280	Jun-04
0.005541444	0.00035	0.7888	0.0045627778	0.0675483371	Jul-04
0.001262764	0.00035	0.7888	0.0047210912	0.0687101974	Aug-04
0.015508375	0.00035	0.7888	0.0013460681	0.0366888008	Sep-04
0.001644897	0.00035	0.7888	0.0125830062	0.1121739995	Oct-04
0.038988495	0.00035	0.7888	0.0016474949	0.0405893447	Nov-04
0.074144816	0.00035	0.7888	0.0311041249	0.1763636155	Dec-04
0.003524761	0.00035	0.7888	0.0588354307	0.2425601590	Jan-05
0.005437347	0.00035	0.7888	0.0031303315	0.0559493654	Feb-05
0.035324394	0.00035	0.7888	0.0046389796	0.0681100553	Mar-05
0.003065599	0.00035	0.7888	0.0282138817	0.1679698833	Apr-05
0.000741109	0.00035	0.7888	0.0027681442	0.0526131560	May-05
0.002114388	0.00035	0.7888	0.0009345870	0.0305710160	Jun-05
0.000540575	0.00035	0.7888	0.0020178293	0.0449202548	Jul-05
0.010366159	0.00035	0.7888	0.0007764059	0.0278640620	Aug-05
0.003761054	0.00035	0.7888	0.0085268261	0.0923408150	Sep-05
0.00173296	0.00035	0.7888	0.0033167198	0.0575909694	Oct-05
0.06018164	0.00035	0.7888	0.0017169587	0.0414362003	Nov-05
0.01323964	0.00035	0.7888	0.0478212777	0.2186807667	Dec-05
8.3871E-05	0.00035	0.7888	0.0107934281	0.1038914248	Jan-06
0.000496013	0.00035	0.7888	0.0004161574	0.0203999367	Feb-06
0.019178745	0.00035	0.7888	0.0007412547	0.0272259939	Mar-06
5.15273E-05	0.00035	0.7888	0.0154781938	0.1244113895	Apr-06
0.001666116	0.00035	0.7888	0.0003906447	0.0197647344	May-06
0.009472145	0.00035	0.7888	0.0016642319	0.0407949986	Jun-06
0.000244016	0.00035	0.7888	0.0078216283	0.0884399701	Jul-06
0.002177064	0.00035	0.7888	0.0005424797	0.0232911938	Aug-06
8.17283E-05	0.00035	0.7888	0.0020672677	0.0454672160	Sep-06
0.015517576	0.00035	0.7888	0.0004144673	0.0203584697	Oct-06
0.062982598	0.00035	0.7888	0.0125902641	0.1122063463	Nov-06
0.000684721	0.00035	0.7888	0.0500306735	0.2236753753	Dec-06
0.018802851	0.00035	0.7888	0.0008901079	0.0298346753	Jan-07
0.00758736	0.00035	0.7888	0.0151816889	0.1232139963	Feb-07
0.018670828	0.00035	0.7888	0.0063349096	0.0795921453	Mar-07
0.000194891	0.00035	0.7888	0.0150775495	0.1227906734	Apr-07
0.013032118	0.00035	0.7888	0.0005037298	0.0224439258	May-07
3.64811E-05	0.00035	0.7888	0.0106297349	0.1031006056	Jun-07
0.000105993	0.00035	0.7888	0.0003787763	0.0194621759	Jul-07

0.003047222	0.00035	0.7888	0.0004336070	0.0208232329	Aug-07
3.21821E-05	0.00035	0.7888	0.0027536487	0.0524752203	Sep-07
0.005367199	0.00035	0.7888	0.0003753853	0.0193748615	Oct-07
0.017912811	0.00035	0.7888	0.0045836465	0.0677026329	Nov-07
0.002462644	0.00035	0.7888	0.0144796256	0.1203313159	Dec-07
0.01340961	0.00035	0.7888	0.0022925337	0.0478804100	Jan-08
0.008512829	0.00035	0.7888	0.0109275004	0.1045346854	Feb-08
0.002721643	0.00035	0.7888	0.0070649196	0.0840530762	Mar-08
0.026239646	0.00035	0.7888	0.0024968322	0.0499683123	Apr-08
0.000573029	0.00035	0.7888	0.0210478331	0.1450787134	May-08
0.001160497	0.00035	0.7888	0.0008020050	0.0283196928	Jun-08
0.007592534	0.00035	0.7888	0.0012654000	0.0355724608	Jul-08
0.0024521	0.00035	0.7888	0.0063389905	0.0796177777	Aug-08
0.01101827	0.00035	0.7888	0.0022842165	0.0477934779	Sep-08
4.08863E-05	0.00035	0.7888	0.0090412110	0.0950852830	Oct-08
0.060342284	0.00035	0.7888	0.0003822511	0.0195512440	Nov-08
0.040865634	0.00035	0.7888	0.0479479937	0.2189703032	Dec-08
0.053266548	0.00035	0.7888	0.0325848120	0.1805126366	Jan-09
0.055618121	0.00035	0.7888	0.0423666530	0.2058316132	Feb-09
0.005713576	0.00035	0.7888	0.0442215741	0.2102892629	Mar-09
0.001102755	0.00035	0.7888	0.0048568686	0.0696912374	Apr-09
0.006410047	0.00035	0.7888	0.0012198530	0.0349263934	May-09
0.033195791	0.00035	0.7888	0.0054062448	0.0735271708	Jun-09
0.026785756	0.00035	0.7888	0.0265348397	0.1628951802	Jul-09
7.83154E-05	0.00035	0.7888	0.0214786041	0.1465558054	Aug-09
0.035329231	0.00035	0.7888	0.0004117752	0.0202922442	Sep-09
0.030602841	0.00035	0.7888	0.0282176978	0.1679812424	Oct-09
0.00011762	0.00035	0.7888	0.0244895207	0.1564912799	Nov-09
0.000470898	0.00035	0.7888	0.0004427789	0.0210423118	Dec-09
0.004529672	0.00035	0.7888	0.0007214442	0.0268597124	Jan-10
2.69431E-05	0.00035	0.7888	0.0039230050	0.0626338967	Feb-10
0.035721733	0.00035	0.7888	0.0003712527	0.0192679202	Mar-10
0.003616697	0.00035	0.7888	0.0285273026	0.1689002742	Apr-10
0.005272725	0.00035	0.7888	0.0032028505	0.0565937316	May-10
0.005171373	0.00035	0.7888	0.0045091253	0.0671500209	Jun-10
0.014729246	0.00035	0.7888	0.0044291790	0.0665520777	Jul-10
0.004109466	0.00035	0.7888	0.0119684292	0.1094003164	Aug-10
0.087245204	0.00035	0.7888	0.0035915465	0.0599295128	Sep-10
0.014702503	0.00035	0.7888	0.0691690166	0.2630000315	Oct-10
0.032385142	0.00035	0.7888	0.0119473346	0.1093038635	Nov-10
0.013604888	0.00035	0.7888	0.0258953999	0.1609204771	Dec-10
0.001668263	0.00035	0.7888	0.0110815358	0.1052688737	Jan-11
0.005902394	0.00035	0.7888	0.0016659260	0.0408157563	Feb-11

0.028421511	0.00035	0.7888	0.0050058085	0.0707517385	Mar-11
0.008278956	0.00035	0.7888	0.0227688878	0.1508936308	Apr-11
6.1125E-05	0.00035	0.7888	0.0068804403	0.0829484198	May-11
0.002576675	0.00035	0.7888	0.0003982154	0.0199553357	Jun-11
0.001440671	0.00035	0.7888	0.0023824810	0.0488106653	Jul-11
0.005037577	0.00035	0.7888	0.0014864012	0.0385538734	Aug-11
0.000254393	0.00035	0.7888	0.0043236404	0.0657543945	Sep-11
0.002367526	0.00035	0.7888	0.0005506653	0.0234662587	Oct-11
0.000254596	0.00035	0.7888	0.0022175048	0.0470903898	Nov-11
0.000584749	0.00035	0.7888	0.0005508255	0.0234696721	Dec-11
0.00138728	0.00035	0.7888	0.0008112499	0.0284824484	Jan-12
0.000496835	0.00035	0.7888	0.0014442863	0.0380037675	Feb-12
0.001878688	0.00035	0.7888	0.0007419032	0.0272379000	Mar-12
0.000700061	0.00035	0.7888	0.0018319088	0.0428008040	Apr-12
0.001033779	0.00035	0.7888	0.0009022077	0.0300367732	May-12
0.001234576	0.00035	0.7888	0.0011654445	0.0341386071	Jun-12
0.000779949	0.00035	0.7888	0.0013238335	0.0363845225	Jul-12
0.026141109	0.00035	0.7888	0.0009652235	0.0310680465	Aug-12
0.002772778	0.00035	0.7888	0.0209701066	0.1448105887	Sep-12
0.027054238	0.00035	0.7888	0.0025371670	0.0503702985	Oct-12
0.000868338	0.00035	0.7888	0.0216903828	0.1472765522	Nov-12
0.008329014	0.00035	0.7888	0.0010349447	0.0321705559	Dec-12
0.001928434	0.00035	0.7888	0.0069199260	0.0831860927	Jan-13
0.000156589	0.00035	0.7888	0.0018711488	0.0432567775	Feb-13
0.001024807	0.00035	0.7888	0.0004735176	0.0217604595	Mar-13
0.007857717	0.00035	0.7888	0.0011583681	0.0340348075	Apr-13
0.002993114	0.00035	0.7888	0.0065481674	0.0809207474	May-13
0.003411133	0.00035	0.7888	0.0027109684	0.0520669610	Jun-13
0.006540662	0.00035	0.7888	0.0030407020	0.0551425603	Jul-13
0.060359292	0.00035	0.7888	0.0055092746	0.0742244877	Aug-13
0.002658899	0.00035	0.7888	0.0479614096	0.2190009352	Sep-13
0.007263569	0.00035	0.7888	0.0024473392	0.0494705888	Oct-13
0.000874217	0.00035	0.7888	0.0060795033	0.0779711700	Nov-13
3.07866E-05	0.00035	0.7888	0.0010395823	0.0322425535	Dec-13
0.00072993	0.00035	0.7888	0.0003742844	0.0193464321	Jan-14
0.008756379	0.00035	0.7888	0.0009257689	0.0304264514	Feb-14
0.000339195	0.00035	0.7888	0.0072570317	0.0851882136	Mar-14
0.018129847	0.00035	0.7888	0.0006175570	0.0248506938	Apr-14
0.002291908	0.00035	0.7888	0.0146508231	0.1210405844	May-14
0.000406175	0.00035	0.7888	0.0021578571	0.0464527402	Jun-14
0.006845304	0.00035	0.7888	0.0006703907	0.0258919049	Jul-14
9.48578E-06	0.00035	0.7888	0.0057495756	0.0758259562	Aug-14
0.004985428	0.00035	0.7888	0.0003574824	0.0189072046	Sep-14

4.88171E-05	0.00035	0.7888	0.0042825060	0.0654408587	Oct-14
0.008773223	0.00035	0.7888	0.0003885069	0.0197105788	Nov-14
9.3893E-05	0.00035	0.7888	0.0072703182	0.0852661607	Dec-14
0.015173938	0.00035	0.7888	0.0004240628	0.0205927857	Jan-15
0.0221614	0.00035	0.7888	0.0123192025	0.1109919031	Feb-15
0.002729992	0.00035	0.7888	0.0178309120	0.1335324381	Mar-15
0.001792729	0.00035	0.7888	0.0025034174	0.0500341623	Apr-15
0.001267212	0.00035	0.7888	0.0017641043	0.0420012414	May-15
0.012237235	0.00035	0.7888	0.0013495765	0.0367365831	Jun-15
0.042136221	0.00035	0.7888	0.0100027311	0.1000136544	Jul-15
0.009896262	0.00035	0.7888	0.0335870510	0.1832677031	Aug-15
0.000316996	0.00035	0.7888	0.0081561714	0.0903115243	Sep-15
0.004836644	0.00035	0.7888	0.0006000467	0.0244958511	Oct-15
0.000376762	0.00035	0.7888	0.0041651446	0.0645379313	Nov-15
0.003934454	0.00035	0.7888	0.0006471896	0.0254399207	Dec-15

Lampiran 11 Data Residu Kuadrat dan Volatilitas Jumlah Nilai Ekspor

at^2	alfa0	alfa1	alfa2	sigma^2	sigma	bulan
0	0.00012	0.2525	0.2386	*	*	Jan-90
0	0.00012	0.2525	0.2386	*	*	Feb-90
0.009459	0.00012	0.2525	0.2386	*	*	Mar-90
0.001152	0.00012	0.2525	0.2386	0.002508	0.050083	Apr-90
0.00194	0.00012	0.2525	0.2386	0.002668	0.05165	May-90
0.000605	0.00012	0.2525	0.2386	0.000885	0.029742	Jun-90
0.028118	0.00012	0.2525	0.2386	0.000736	0.027121	Jul-90
0.068825	0.00012	0.2525	0.2386	0.007364	0.085815	Aug-90
0.010397	0.00012	0.2525	0.2386	0.024207	0.155587	Sep-90
0.001873	0.00012	0.2525	0.2386	0.019167	0.138444	Oct-90
2.01E-05	0.00012	0.2525	0.2386	0.003073	0.055438	Nov-90
0.001546	0.00012	0.2525	0.2386	0.000572	0.023914	Dec-90
0.008597	0.00012	0.2525	0.2386	0.000515	0.022696	Jan-91
0.019998	0.00012	0.2525	0.2386	0.00266	0.051572	Feb-91
0.03422	0.00012	0.2525	0.2386	0.007221	0.084976	Mar-91
0.002163	0.00012	0.2525	0.2386	0.013532	0.116327	Apr-91
7.93E-05	0.00012	0.2525	0.2386	0.008831	0.093973	May-91
0.0014	0.00012	0.2525	0.2386	0.000656	0.025615	Jun-91
0.001082	0.00012	0.2525	0.2386	0.000492	0.022188	Jul-91
2.39E-06	0.00012	0.2525	0.2386	0.000727	0.026965	Aug-91
0.001569	0.00012	0.2525	0.2386	0.000379	0.019461	Sep-91
0.001517	0.00012	0.2525	0.2386	0.000517	0.022732	Oct-91
0.009148	0.00012	0.2525	0.2386	0.000877	0.029622	Nov-91
0.009858	0.00012	0.2525	0.2386	0.002792	0.052839	Dec-91
0.000398	0.00012	0.2525	0.2386	0.004792	0.069224	Jan-92
0.003436	0.00012	0.2525	0.2386	0.002573	0.05072	Feb-92
0.004847	0.00012	0.2525	0.2386	0.001082	0.0329	Mar-92
0.009287	0.00012	0.2525	0.2386	0.002164	0.046515	Apr-92
0.000831	0.00012	0.2525	0.2386	0.003622	0.06018	May-92
0.004453	0.00012	0.2525	0.2386	0.002546	0.050456	Jun-92
0.10574	0.00012	0.2525	0.2386	0.001443	0.037982	Jul-92
0.054248	0.00012	0.2525	0.2386	0.027882	0.166979	Aug-92
0.074719	0.00012	0.2525	0.2386	0.039047	0.197603	Sep-92
0.004044	0.00012	0.2525	0.2386	0.03193	0.17869	Oct-92
0.000338	0.00012	0.2525	0.2386	0.018969	0.137729	Nov-92
0.01224	0.00012	0.2525	0.2386	0.00117	0.034208	Dec-92
0.005456	0.00012	0.2525	0.2386	0.003291	0.057368	Jan-93
0.000203	0.00012	0.2525	0.2386	0.004418	0.066467	Feb-93
5.74E-05	0.00012	0.2525	0.2386	0.001473	0.038379	Mar-93

0.002614	0.00012	0.2525	0.2386	0.000183	0.013523	Apr-93
0.000812	0.00012	0.2525	0.2386	0.000794	0.028173	May-93
2.62E-05	0.00012	0.2525	0.2386	0.000949	0.030802	Jun-93
0.001124	0.00012	0.2525	0.2386	0.00032	0.017899	Jul-93
1.07E-06	0.00012	0.2525	0.2386	0.00041	0.020249	Aug-93
0.001713	0.00012	0.2525	0.2386	0.000388	0.019708	Sep-93
0.000126	0.00012	0.2525	0.2386	0.000553	0.023514	Oct-93
1.86E-06	0.00012	0.2525	0.2386	0.000561	0.02368	Nov-93
0.033426	0.00012	0.2525	0.2386	0.000151	0.012272	Dec-93
0.000213	0.00012	0.2525	0.2386	0.008561	0.092523	Jan-94
0.00587	0.00012	0.2525	0.2386	0.008149	0.090273	Feb-94
0.004366	0.00012	0.2525	0.2386	0.001653	0.040656	Mar-94
0.001958	0.00012	0.2525	0.2386	0.002623	0.051216	Apr-94
0.013856	0.00012	0.2525	0.2386	0.001656	0.040696	May-94
0.000596	0.00012	0.2525	0.2386	0.004086	0.06392	Jun-94
0.000804	0.00012	0.2525	0.2386	0.003576	0.059803	Jul-94
0.000651	0.00012	0.2525	0.2386	0.000465	0.021563	Aug-94
0.001434	0.00012	0.2525	0.2386	0.000476	0.021817	Sep-94
0.000123	0.00012	0.2525	0.2386	0.000637	0.025246	Oct-94
0.001518	0.00012	0.2525	0.2386	0.000493	0.02221	Nov-94
0.017792	0.00012	0.2525	0.2386	0.000533	0.023078	Dec-94
2.42E-05	0.00012	0.2525	0.2386	0.004975	0.070531	Jan-95
0.000299	0.00012	0.2525	0.2386	0.004371	0.066116	Feb-95
8.91E-05	0.00012	0.2525	0.2386	0.000201	0.014188	Mar-95
0.011554	0.00012	0.2525	0.2386	0.000214	0.014625	Apr-95
0.0016	0.00012	0.2525	0.2386	0.003059	0.055305	May-95
3.43E-06	0.00012	0.2525	0.2386	0.003281	0.057278	Jun-95
0.001685	0.00012	0.2525	0.2386	0.000503	0.022419	Jul-95
0.00012	0.00012	0.2525	0.2386	0.000546	0.023371	Aug-95
3.86E-05	0.00012	0.2525	0.2386	0.000552	0.023501	Sep-95
0.001699	0.00012	0.2525	0.2386	0.000158	0.012587	Oct-95
0.01388	0.00012	0.2525	0.2386	0.000558	0.023625	Nov-95
0.035093	0.00012	0.2525	0.2386	0.00403	0.063482	Dec-95
0.001988	0.00012	0.2525	0.2386	0.012293	0.110872	Jan-96
0.002841	0.00012	0.2525	0.2386	0.008995	0.094843	Feb-96
0.002105	0.00012	0.2525	0.2386	0.001312	0.036217	Mar-96
0.00065	0.00012	0.2525	0.2386	0.001329	0.03646	Apr-96
0.000433	0.00012	0.2525	0.2386	0.000786	0.028042	May-96
9.88E-05	0.00012	0.2525	0.2386	0.000384	0.019604	Jun-96
0.003171	0.00012	0.2525	0.2386	0.000248	0.015754	Jul-96
0.000449	0.00012	0.2525	0.2386	0.000944	0.030728	Aug-96
0.001558	0.00012	0.2525	0.2386	0.00099	0.031463	Sep-96
6.02E-05	0.00012	0.2525	0.2386	0.000621	0.024911	Oct-96

0.002683	0.00012	0.2525	0.2386	0.000507	0.022517	Nov-96
0.0007	0.00012	0.2525	0.2386	0.000812	0.028493	Dec-96
0.013683	0.00012	0.2525	0.2386	0.000937	0.030607	Jan-97
0.003365	0.00012	0.2525	0.2386	0.003742	0.06117	Feb-97
0.016436	0.00012	0.2525	0.2386	0.004234	0.065072	Mar-97
0.000838	0.00012	0.2525	0.2386	0.005073	0.071226	Apr-97
0.000483	0.00012	0.2525	0.2386	0.004253	0.065217	May-97
0.001787	0.00012	0.2525	0.2386	0.000442	0.021022	Jun-97
0.011109	0.00012	0.2525	0.2386	0.000686	0.0262	Jul-97
4.62E-05	0.00012	0.2525	0.2386	0.003351	0.057892	Aug-97
0.000813	0.00012	0.2525	0.2386	0.002782	0.052748	Sep-97
0.002981	0.00012	0.2525	0.2386	0.000336	0.01834	Oct-97
0.003238	0.00012	0.2525	0.2386	0.001067	0.032661	Nov-97
0.042795	0.00012	0.2525	0.2386	0.001649	0.040608	Dec-97
0.001274	0.00012	0.2525	0.2386	0.011698	0.108159	Jan-98
0.034042	0.00012	0.2525	0.2386	0.010652	0.103211	Feb-98
0.001621	0.00012	0.2525	0.2386	0.00902	0.094972	Mar-98
0.002592	0.00012	0.2525	0.2386	0.008652	0.093015	Apr-98
0.0052	0.00012	0.2525	0.2386	0.001161	0.034077	May-98
0.002007	0.00012	0.2525	0.2386	0.002052	0.045294	Jun-98
0.001154	0.00012	0.2525	0.2386	0.001868	0.043216	Jul-98
0.01049	0.00012	0.2525	0.2386	0.00089	0.029837	Aug-98
0.038038	0.00012	0.2525	0.2386	0.003044	0.055174	Sep-98
0.018043	0.00012	0.2525	0.2386	0.012228	0.110578	Oct-98
0.002007	0.00012	0.2525	0.2386	0.013752	0.117268	Nov-98
0.026456	0.00012	0.2525	0.2386	0.004932	0.070228	Dec-98
0.002022	0.00012	0.2525	0.2386	0.007279	0.085318	Jan-99
0.084301	0.00012	0.2525	0.2386	0.006943	0.083325	Feb-99
0.001511	0.00012	0.2525	0.2386	0.021889	0.147948	Mar-99
0.000301	0.00012	0.2525	0.2386	0.020616	0.143582	Apr-99
0.000368	0.00012	0.2525	0.2386	0.000556	0.023589	May-99
0.009025	0.00012	0.2525	0.2386	0.000285	0.016869	Jun-99
0.012308	0.00012	0.2525	0.2386	0.002487	0.049866	Jul-99
0.000557	0.00012	0.2525	0.2386	0.005381	0.073356	Aug-99
0.003215	0.00012	0.2525	0.2386	0.003197	0.056544	Sep-99
0.003275	0.00012	0.2525	0.2386	0.001065	0.032628	Oct-99
0.005414	0.00012	0.2525	0.2386	0.001714	0.0414	Nov-99
0.002187	0.00012	0.2525	0.2386	0.002268	0.047628	Dec-99
0.00972	0.00012	0.2525	0.2386	0.001964	0.044318	Jan-00
0.021739	0.00012	0.2525	0.2386	0.003096	0.055642	Feb-00
0.015169	0.00012	0.2525	0.2386	0.007928	0.08904	Mar-00
0.003551	0.00012	0.2525	0.2386	0.009137	0.095588	Apr-00
0.011842	0.00012	0.2525	0.2386	0.004636	0.068088	May-00

0.001902	0.00012	0.2525	0.2386	0.003957	0.062907	Jun-00
0.000618	0.00012	0.2525	0.2386	0.003426	0.058528	Jul-00
0.004629	0.00012	0.2525	0.2386	0.00073	0.027014	Aug-00
0.000833	0.00012	0.2525	0.2386	0.001436	0.037899	Sep-00
0.001401	0.00012	0.2525	0.2386	0.001435	0.037879	Oct-00
0.02014	0.00012	0.2525	0.2386	0.000673	0.025933	Nov-00
0.002453	0.00012	0.2525	0.2386	0.00554	0.074429	Dec-00
0.004532	0.00012	0.2525	0.2386	0.005545	0.074463	Jan-01
0.01613	0.00012	0.2525	0.2386	0.00185	0.043007	Feb-01
0.004437	0.00012	0.2525	0.2386	0.005274	0.072624	Mar-01
6.07E-05	0.00012	0.2525	0.2386	0.005089	0.071338	Apr-01
0.0016	0.00012	0.2525	0.2386	0.001194	0.034555	May-01
0.000257	0.00012	0.2525	0.2386	0.000538	0.023205	Jun-01
0.000641	0.00012	0.2525	0.2386	0.000567	0.023807	Jul-01
0.004204	0.00012	0.2525	0.2386	0.000343	0.018527	Aug-01
6.27E-06	0.00012	0.2525	0.2386	0.001334	0.036529	Sep-01
0.008427	0.00012	0.2525	0.2386	0.001125	0.033536	Oct-01
0.015206	0.00012	0.2525	0.2386	0.002249	0.047427	Nov-01
0.00296	0.00012	0.2525	0.2386	0.00597	0.077267	Dec-01
0.005617	0.00012	0.2525	0.2386	0.004496	0.067049	Jan-02
0.022541	0.00012	0.2525	0.2386	0.002245	0.047377	Feb-02
0.012382	0.00012	0.2525	0.2386	0.007152	0.084569	Mar-02
0.003429	0.00012	0.2525	0.2386	0.008625	0.09287	Apr-02
0.000368	0.00012	0.2525	0.2386	0.00394	0.062771	May-02
0.003166	0.00012	0.2525	0.2386	0.001031	0.032107	Jun-02
0.005938	0.00012	0.2525	0.2386	0.001007	0.031737	Jul-02
0.000295	0.00012	0.2525	0.2386	0.002375	0.048732	Aug-02
0.000614	0.00012	0.2525	0.2386	0.001611	0.04014	Sep-02
0.002286	0.00012	0.2525	0.2386	0.000345	0.018588	Oct-02
0.015076	0.00012	0.2525	0.2386	0.000844	0.029046	Nov-02
0.018827	0.00012	0.2525	0.2386	0.004472	0.066873	Dec-02
0.000779	0.00012	0.2525	0.2386	0.008471	0.092038	Jan-03
0.002637	0.00012	0.2525	0.2386	0.004809	0.069347	Feb-03
0.000915	0.00012	0.2525	0.2386	0.000972	0.031172	Mar-03
0.007062	0.00012	0.2525	0.2386	0.00098	0.031309	Apr-03
0.005274	0.00012	0.2525	0.2386	0.002121	0.046059	May-03
0.000415	0.00012	0.2525	0.2386	0.003137	0.056005	Jun-03
0.00195	0.00012	0.2525	0.2386	0.001483	0.038513	Jul-03
0.000234	0.00012	0.2525	0.2386	0.000711	0.026674	Aug-03
4.67E-06	0.00012	0.2525	0.2386	0.000644	0.025383	Sep-03
0.011381	0.00012	0.2525	0.2386	0.000177	0.013301	Oct-03
2.95E-06	0.00012	0.2525	0.2386	0.002995	0.054724	Nov-03
0.001863	0.00012	0.2525	0.2386	0.002836	0.053256	Dec-03

0.027834	0.00012	0.2525	0.2386	0.000591	0.024313	Jan-04
0.009735	0.00012	0.2525	0.2386	0.007593	0.087135	Feb-04
0.001707	0.00012	0.2525	0.2386	0.009219	0.096017	Mar-04
0.026304	0.00012	0.2525	0.2386	0.002874	0.053608	Apr-04
0.014906	0.00012	0.2525	0.2386	0.007169	0.08467	May-04
0.000396	0.00012	0.2525	0.2386	0.01016	0.100796	Jun-04
0.000505	0.00012	0.2525	0.2386	0.003777	0.061454	Jul-04
0.000112	0.00012	0.2525	0.2386	0.000342	0.018494	Aug-04
0.001174	0.00012	0.2525	0.2386	0.000269	0.016392	Sep-04
0.011622	0.00012	0.2525	0.2386	0.000443	0.021051	Oct-04
0.016163	0.00012	0.2525	0.2386	0.003335	0.057748	Nov-04
0.005192	0.00012	0.2525	0.2386	0.006974	0.083512	Dec-04
0.000116	0.00012	0.2525	0.2386	0.005287	0.072715	Jan-05
0.013586	0.00012	0.2525	0.2386	0.001388	0.037257	Feb-05
0.000323	0.00012	0.2525	0.2386	0.003578	0.059817	Mar-05
0.005483	0.00012	0.2525	0.2386	0.003443	0.058678	Apr-05
0.00015	0.00012	0.2525	0.2386	0.001582	0.039769	May-05
8.43E-07	0.00012	0.2525	0.2386	0.001466	0.038291	Jun-05
1.83E-05	0.00012	0.2525	0.2386	0.000156	0.012491	Jul-05
0.001145	0.00012	0.2525	0.2386	0.000125	0.011173	Aug-05
0.005736	0.00012	0.2525	0.2386	0.000413	0.020332	Sep-05
0.010249	0.00012	0.2525	0.2386	0.001841	0.042911	Oct-05
0.010853	0.00012	0.2525	0.2386	0.004076	0.063847	Nov-05
4.36E-07	0.00012	0.2525	0.2386	0.005306	0.072841	Dec-05
3.84E-05	0.00012	0.2525	0.2386	0.00271	0.052055	Jan-06
9.3E-05	0.00012	0.2525	0.2386	0.00013	0.011393	Feb-06
0.00331	0.00012	0.2525	0.2386	0.000153	0.012355	Mar-06
0.00256	0.00012	0.2525	0.2386	0.000978	0.031272	Apr-06
0.004238	0.00012	0.2525	0.2386	0.001556	0.039448	May-06
0.002359	0.00012	0.2525	0.2386	0.001801	0.042436	Jun-06
0.000516	0.00012	0.2525	0.2386	0.001727	0.041555	Jul-06
0.000405	0.00012	0.2525	0.2386	0.000813	0.028517	Aug-06
0.008102	0.00012	0.2525	0.2386	0.000345	0.018586	Sep-06
5.07E-05	0.00012	0.2525	0.2386	0.002262	0.047566	Oct-06
0.01428	0.00012	0.2525	0.2386	0.002066	0.045453	Nov-06
0.008052	0.00012	0.2525	0.2386	0.003738	0.061137	Dec-06
0.002165	0.00012	0.2525	0.2386	0.00556	0.074567	Jan-07
0.006968	0.00012	0.2525	0.2386	0.002588	0.05087	Feb-07
0.000318	0.00012	0.2525	0.2386	0.002396	0.048947	Mar-07
0.005783	0.00012	0.2525	0.2386	0.001863	0.04316	Apr-07
0.00029	0.00012	0.2525	0.2386	0.001656	0.040696	May-07
0.000586	0.00012	0.2525	0.2386	0.001573	0.039663	Jun-07
5.1E-07	0.00012	0.2525	0.2386	0.000337	0.018358	Jul-07

0.000336	0.00012	0.2525	0.2386	0.00026	0.01612	Aug-07
0.002058	0.00012	0.2525	0.2386	0.000205	0.014318	Sep-07
0.000237	0.00012	0.2525	0.2386	0.00072	0.026832	Oct-07
0.00983	0.00012	0.2525	0.2386	0.000671	0.025903	Nov-07
0.001568	0.00012	0.2525	0.2386	0.002659	0.051563	Dec-07
0.001683	0.00012	0.2525	0.2386	0.002861	0.053492	Jan-08
0.007037	0.00012	0.2525	0.2386	0.000919	0.030316	Feb-08
0.001096	0.00012	0.2525	0.2386	0.002298	0.047941	Mar-08
0.017511	0.00012	0.2525	0.2386	0.002076	0.045558	Apr-08
0.001312	0.00012	0.2525	0.2386	0.004803	0.069303	May-08
5.11E-05	0.00012	0.2525	0.2386	0.00463	0.06804	Jun-08
0.000777	0.00012	0.2525	0.2386	0.000446	0.021119	Jul-08
0.000767	0.00012	0.2525	0.2386	0.000328	0.01812	Aug-08
0.013704	0.00012	0.2525	0.2386	0.000499	0.022338	Sep-08
0.044955	0.00012	0.2525	0.2386	0.003763	0.061346	Oct-08
0.024494	0.00012	0.2525	0.2386	0.014741	0.121413	Nov-08
0.047857	0.00012	0.2525	0.2386	0.017031	0.130503	Dec-08
0.000164	0.00012	0.2525	0.2386	0.018048	0.134343	Jan-09
0.015754	0.00012	0.2525	0.2386	0.01158	0.107611	Feb-09
5.06E-05	0.00012	0.2525	0.2386	0.004137	0.06432	Mar-09
0.015946	0.00012	0.2525	0.2386	0.003892	0.062383	Apr-09
0.008859	0.00012	0.2525	0.2386	0.004158	0.064486	May-09
0.00205	0.00012	0.2525	0.2386	0.006162	0.078497	Jun-09
0.004907	0.00012	0.2525	0.2386	0.002751	0.052454	Jul-09
0.002508	0.00012	0.2525	0.2386	0.001848	0.042988	Aug-09
0.020209	0.00012	0.2525	0.2386	0.001924	0.043863	Sep-09
0.004098	0.00012	0.2525	0.2386	0.005821	0.076297	Oct-09
0.045824	0.00012	0.2525	0.2386	0.005977	0.077309	Nov-09
0.030867	0.00012	0.2525	0.2386	0.012668	0.112554	Dec-09
1.9E-05	0.00012	0.2525	0.2386	0.018848	0.137287	Jan-10
0.027477	0.00012	0.2525	0.2386	0.00749	0.086543	Feb-10
0.000694	0.00012	0.2525	0.2386	0.007063	0.084039	Mar-10
0.000363	0.00012	0.2525	0.2386	0.006851	0.082773	Apr-10
0.000344	0.00012	0.2525	0.2386	0.000377	0.019427	May-10
0.000784	0.00012	0.2525	0.2386	0.000294	0.017133	Jun-10
0.009276	0.00012	0.2525	0.2386	0.0004	0.020001	Jul-10
0.008622	0.00012	0.2525	0.2386	0.002649	0.051472	Aug-10
0.009572	0.00012	0.2525	0.2386	0.00451	0.067159	Sep-10
0.007025	0.00012	0.2525	0.2386	0.004594	0.067779	Oct-10
0.01232	0.00012	0.2525	0.2386	0.004178	0.064635	Nov-10
0.002706	0.00012	0.2525	0.2386	0.004907	0.070049	Dec-10
0.005938	0.00012	0.2525	0.2386	0.003743	0.061177	Jan-11
0.019997	0.00012	0.2525	0.2386	0.002265	0.047592	Feb-11

0.000961	0.00012	0.2525	0.2386	0.006586	0.081155	Mar-11
0.008841	0.00012	0.2525	0.2386	0.005134	0.071652	Apr-11
0.000202	0.00012	0.2525	0.2386	0.002582	0.050812	May-11
0.00118	0.00012	0.2525	0.2386	0.002281	0.047755	Jun-11
0.005879	0.00012	0.2525	0.2386	0.000466	0.021591	Jul-11
0.003903	0.00012	0.2525	0.2386	0.001886	0.04343	Aug-11
0.000141	0.00012	0.2525	0.2386	0.002508	0.050083	Sep-11
0.001254	0.00012	0.2525	0.2386	0.001087	0.032968	Oct-11
0.000198	0.00012	0.2525	0.2386	0.00047	0.021688	Nov-11
0.005771	0.00012	0.2525	0.2386	0.000469	0.021662	Dec-11
0.000567	0.00012	0.2525	0.2386	0.001624	0.040304	Jan-12
0.004773	0.00012	0.2525	0.2386	0.00164	0.040497	Feb-12
0.001629	0.00012	0.2525	0.2386	0.00146	0.038215	Mar-12
0.000282	0.00012	0.2525	0.2386	0.00167	0.040869	Apr-12
0.004092	0.00012	0.2525	0.2386	0.00058	0.024081	May-12
6.56E-05	0.00012	0.2525	0.2386	0.00122	0.034934	Jun-12
0.018514	0.00012	0.2525	0.2386	0.001113	0.033359	Jul-12
0.014399	0.00012	0.2525	0.2386	0.00481	0.069357	Aug-12
0.000128	0.00012	0.2525	0.2386	0.008173	0.090405	Sep-12
0.003911	0.00012	0.2525	0.2386	0.003588	0.059899	Oct-12
0.0018	0.00012	0.2525	0.2386	0.001138	0.033737	Nov-12
0.000208	0.00012	0.2525	0.2386	0.001508	0.03883	Dec-12
0.000935	0.00012	0.2525	0.2386	0.000602	0.024536	Jan-13
6.01E-05	0.00012	0.2525	0.2386	0.000406	0.020145	Feb-13
0.000405	0.00012	0.2525	0.2386	0.000358	0.01893	Mar-13
0.006264	0.00012	0.2525	0.2386	0.000237	0.015385	Apr-13
0.003481	0.00012	0.2525	0.2386	0.001798	0.042408	May-13
1.68E-05	0.00012	0.2525	0.2386	0.002494	0.049936	Jun-13
0.019351	0.00012	0.2525	0.2386	0.000955	0.030901	Jul-13
0.005312	0.00012	0.2525	0.2386	0.00501	0.070782	Aug-13
0.007233	0.00012	0.2525	0.2386	0.006078	0.077965	Sep-13
0.002283	0.00012	0.2525	0.2386	0.003214	0.056691	Oct-13
0.005484	0.00012	0.2525	0.2386	0.002422	0.049216	Nov-13
0.01844	0.00012	0.2525	0.2386	0.002049	0.045271	Dec-13
0.001377	0.00012	0.2525	0.2386	0.006085	0.078005	Jan-14
0.000557	0.00012	0.2525	0.2386	0.004867	0.069767	Feb-14
0.002195	0.00012	0.2525	0.2386	0.000589	0.024271	Mar-14
0.000379	0.00012	0.2525	0.2386	0.000807	0.028412	Apr-14
0.00199	0.00012	0.2525	0.2386	0.00074	0.027194	May-14
0.004843	0.00012	0.2525	0.2386	0.000713	0.026703	Jun-14
8.08E-07	0.00012	0.2525	0.2386	0.001818	0.042635	Jul-14
0.002742	0.00012	0.2525	0.2386	0.001276	0.035717	Aug-14
0.000503	0.00012	0.2525	0.2386	0.000813	0.028505	Sep-14

0.013239	0.00012	0.2525	0.2386	0.000901	0.030018	Oct-14
0.000474	0.00012	0.2525	0.2386	0.003583	0.059855	Nov-14
0.006013	0.00012	0.2525	0.2386	0.003398	0.058296	Dec-14
0.011489	0.00012	0.2525	0.2386	0.001751	0.041848	Jan-15
0.00555	0.00012	0.2525	0.2386	0.004456	0.06675	Feb-15
9.38E-05	0.00012	0.2525	0.2386	0.004263	0.065288	Mar-15
0.000794	0.00012	0.2525	0.2386	0.001468	0.038313	Apr-15
0.001939	0.00012	0.2525	0.2386	0.000343	0.018518	May-15
0.021703	0.00012	0.2525	0.2386	0.000799	0.02827	Jun-15
0.002885	0.00012	0.2525	0.2386	0.006063	0.077864	Jul-15
4.89E-05	0.00012	0.2525	0.2386	0.006027	0.077632	Aug-15
0.000896	0.00012	0.2525	0.2386	0.000821	0.028648	Sep-15
0.010074	0.00012	0.2525	0.2386	0.000358	0.018918	Oct-15
0.001223	0.00012	0.2525	0.2386	0.002878	0.053643	Nov-15
0.002203	0.00012	0.2525	0.2386	0.002833	0.053223	Dec-15

Lampiran 12 *Smoothed Probability* Pembentukan Model Gabungan Data Jumlah Impor

Obs	p1	p2	p3	p4
4	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000
5	0.877760	0.120829	0.001060	0.000351
6	0.538369	0.441920	0.003956	0.015754
7	0.009947	0.975568	0.010006	0.004479
8	0.050676	0.017828	0.002188	0.929307
9	0.055165	0.000338	0.000672	0.943825
10	0.049241	0.154460	0.001387	0.794912
11	0.081149	0.185443	0.001710	0.731698
12	0.136247	0.048306	0.005422	0.810025
13	0.150969	0.000000	0.071043	0.777988
14	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000
15	0.000388	0.000000	0.999612	0.000000
16	0.009483	0.000011	0.120186	0.870319
17	0.004326	0.001067	0.028275	0.966332
18	0.011568	0.000446	0.023875	0.964112
19	0.000147	0.888515	0.111338	0.000000
20	0.968313	0.000000	0.031686	0.000001
21	0.968967	0.005295	0.004984	0.020754
22	0.905289	0.066780	0.001691	0.026240
23	0.858016	0.099876	0.001623	0.040485
24	0.722219	0.265096	0.007574	0.005111
25	0.923114	0.026236	0.002808	0.047841
26	0.884662	0.048357	0.002423	0.064558
27	0.768051	0.138490	0.004333	0.089127
28	0.226375	0.644478	0.023320	0.105826
29	0.024527	0.264063	0.005723	0.705686
30	0.031705	0.002186	0.001055	0.965054
31	0.023455	0.027389	0.000401	0.948755
32	0.007007	0.169963	0.000759	0.822272
33	0.007739	0.047517	0.000253	0.944492
34	0.008698	0.028436	0.000235	0.962631
35	0.005146	0.134565	0.000545	0.859745
36	0.015998	0.039226	0.000259	0.944516
37	0.016118	0.071784	0.000330	0.911768
38	0.030136	0.100592	0.000431	0.868841
39	0.073799	0.073327	0.000793	0.852081
40	0.070669	0.175953	0.000819	0.752560
41	0.107353	0.115675	0.000429	0.776543
42	0.021774	0.866755	0.005283	0.106189

43	0.012920	0.363912	0.002135	0.621034
44	0.027959	0.032939	0.001279	0.937823
45	0.002591	0.980717	0.008248	0.008445
46	0.788467	0.000418	0.001665	0.209450
47	0.793931	0.002135	0.001537	0.202398
48	0.724309	0.146040	0.001250	0.128402
49	0.790603	0.180396	0.002944	0.026057
50	0.957128	0.035697	0.004219	0.002956
51	0.701772	0.284561	0.009742	0.003925
52	0.784866	0.011218	0.001862	0.202055
53	0.028613	0.961125	0.009832	0.000430
54	0.091309	0.045323	0.001166	0.862202
55	0.095882	0.004160	0.000595	0.899364
56	0.080397	0.120260	0.000844	0.798500
57	0.106154	0.073274	0.000418	0.820155
58	0.116904	0.190714	0.000801	0.691582
59	0.052471	0.854333	0.005889	0.087307
60	0.033856	0.148126	0.001370	0.816649
61	0.034938	0.008470	0.000533	0.956059
62	0.022497	0.068262	0.000639	0.908603
63	0.020647	0.050113	0.000315	0.928925
64	0.014454	0.101828	0.000441	0.883278
65	0.013737	0.069870	0.000315	0.916078
66	0.014458	0.041559	0.000265	0.943717
67	0.011930	0.076270	0.000575	0.911225
68	0.010024	0.072164	0.000351	0.917461
69	0.019067	0.030424	0.000624	0.949886
70	0.012265	0.058566	0.000293	0.928876
71	0.010685	0.071394	0.000281	0.917640
72	0.009211	0.074118	0.000285	0.916386
73	0.007663	0.057710	0.000230	0.934397
74	0.006617	0.049759	0.000223	0.943401
75	0.005560	0.056021	0.000212	0.938207
76	0.005820	0.056032	0.000220	0.937929
77	0.005444	0.063352	0.000234	0.930969
78	0.006564	0.055627	0.000219	0.937590
79	0.007397	0.059654	0.000278	0.932671
80	0.006903	0.057465	0.000216	0.935416
81	0.006973	0.060653	0.000222	0.932152
82	0.007183	0.063215	0.000235	0.929368
83	0.006337	0.090556	0.000359	0.902748
84	0.011109	0.042517	0.000296	0.946077
85	0.010838	0.048756	0.000241	0.940165

86	0.012559	0.082848	0.000310	0.904283
87	0.021542	0.088670	0.000378	0.889411
88	0.049271	0.053941	0.000907	0.895881
89	0.062612	0.078577	0.004837	0.853975
90	0.102187	0.000000	0.064089	0.833724
91	0.864230	0.000000	1.000000	0.000000
92	0.900835	0.000000	0.099165	0.000000
93	0.922430	0.000000	0.077570	0.000000
94	0.945327	0.733847	0.259439	0.006715
95	0.007735	0.000000	0.251924	0.740341
96	0.063725	0.000000	0.936267	0.000008
97	0.845743	0.000000	0.999999	0.000000
98	0.758043	0.000000	1.000000	0.000000
99	0.082245	0.000000	0.917755	0.000000
100	0.845267	0.000000	0.999999	0.000001
101	0.426374	0.000000	1.000000	0.000000
102	0.046777	0.000000	0.952262	0.000961
103	0.018998	0.000000	0.981002	0.000000
104	0.042375	0.009726	0.989998	0.000223
105	0.742388	0.000000	0.979812	0.000000
106	0.846235	0.000000	1.000000	0.000000
107	0.742367	0.000001	1.000000	0.000000
108	0.350795	0.000000	0.649206	0.000000
109	0.537660	0.000000	0.462340	0.000001
110	0.512319	0.000319	0.487203	0.000160
111	0.036326	0.000000	0.963674	0.000000
112	0.946743	0.000000	1.000000	0.000000
113	0.742780	0.000000	1.000000	0.000000
114	0.631258	0.000000	1.000000	0.000000
115	0.842537	0.000000	1.000000	0.000000
116	0.804236	0.000000	0.195764	0.000000
117	0.958316	0.000001	0.035779	0.005904
118	0.987707	0.000002	0.008472	0.003819
119	0.887246	0.100018	0.003066	0.009671
120	0.524306	0.423613	0.005149	0.046932
121	0.064780	0.767013	0.007972	0.160235
122	0.066460	0.063124	0.001731	0.868684
123	0.086485	0.003754	0.000802	0.908959
124	0.092930	0.032563	0.000824	0.873684
125	0.106311	0.168499	0.000781	0.724409
126	0.201339	0.486919	0.003614	0.308128
127	0.227230	0.764023	0.008715	0.000032
128	0.984571	0.000160	0.002108	0.013161

129	0.922769	0.057438	0.001754	0.018039
130	0.830899	0.137803	0.003447	0.027851
131	0.763267	0.122229	0.012389	0.102115
132	0.151936	0.744924	0.103140	0.000000
133	0.641809	0.014048	0.018221	0.325921
134	0.676955	0.000069	0.005131	0.317845
135	0.630410	0.086222	0.002940	0.280428
136	0.689565	0.060421	0.003989	0.246025
137	0.576390	0.147471	0.001319	0.274820
138	0.506256	0.198325	0.001115	0.294304
139	0.263731	0.583875	0.004190	0.148204
140	0.121169	0.317055	0.003021	0.558756
141	0.140930	0.007368	0.001305	0.850396
142	0.098737	0.063520	0.000769	0.836974
143	0.060486	0.114252	0.000723	0.824538
144	0.038142	0.087322	0.000481	0.874055
145	0.020693	0.095104	0.000527	0.883676
146	0.017493	0.050850	0.000324	0.931334
147	0.014033	0.058084	0.000271	0.927612
148	0.011682	0.118497	0.000450	0.869371
149	0.022817	0.058791	0.000237	0.918155
150	0.004854	0.405666	0.001677	0.587803
151	0.030503	0.021607	0.000373	0.947517
152	0.014736	0.070653	0.000472	0.914140
153	0.008558	0.114354	0.000510	0.876578
154	0.015327	0.029341	0.000373	0.954959
155	0.013214	0.038191	0.000298	0.948297
156	0.010473	0.077388	0.000317	0.911822
157	0.010156	0.092111	0.000330	0.897403
158	0.004707	0.159030	0.000603	0.835660
159	0.009776	0.058801	0.000373	0.931050
160	0.018048	0.052966	0.000432	0.928554
161	0.003766	0.966068	0.004886	0.025280
162	0.000000	0.994808	0.005192	0.000000
163	0.000717	0.000000	0.000665	0.998618
164	0.000688	0.000000	0.000480	0.998832
165	0.005484	0.002173	0.001251	0.991092
166	0.000361	0.983057	0.013072	0.003510
167	0.008348	0.050266	0.000991	0.940395
168	0.004720	0.026877	0.000881	0.967522
169	0.010895	0.024132	0.000657	0.964316
170	0.029277	0.018938	0.001023	0.950762
171	0.048921	0.091266	0.003402	0.856412

172	0.049806	0.917614	0.024070	0.008510
173	0.289243	0.009260	0.008331	0.693167
174	0.219229	0.052148	0.002215	0.726408
175	0.114986	0.143576	0.001168	0.740270
176	0.075768	0.096125	0.000640	0.827467
177	0.053175	0.082929	0.000433	0.863463
178	0.043658	0.080036	0.000361	0.875945
179	0.039755	0.094265	0.000411	0.865569
180	0.044333	0.069167	0.000308	0.886192
181	0.053365	0.079590	0.000333	0.866712
182	0.075798	0.117067	0.000473	0.806662
183	0.118059	0.145954	0.000624	0.735364
184	0.163055	0.293980	0.002156	0.540810
185	0.262107	0.199721	0.006068	0.532104
186	0.342439	0.123556	0.041586	0.492419
187	0.352645	0.001126	0.317715	0.328514
188	0.000000	0.002450	0.997550	0.000000
189	0.000020	0.000000	0.088977	0.911004
190	0.000012	0.000000	0.007770	0.992218
191	0.000827	0.000003	0.000877	0.998294
192	0.001089	0.031371	0.000816	0.966723
193	0.000701	0.055308	0.000270	0.943721
194	0.001410	0.031626	0.000235	0.966729
195	0.002983	0.018842	0.000262	0.977914
196	0.002911	0.041735	0.000211	0.955143
197	0.004042	0.060102	0.000212	0.935644
198	0.004121	0.091926	0.000342	0.903611
199	0.005030	0.065779	0.000255	0.928936
200	0.006659	0.068858	0.000299	0.924184
201	0.003730	0.227697	0.000922	0.767651
202	0.003872	0.135360	0.000762	0.860006
203	0.001187	0.090278	0.000929	0.907605
204	0.004512	0.002136	0.000295	0.993058
205	0.004702	0.014789	0.000242	0.980266
206	0.004095	0.200643	0.000768	0.794494
207	0.027572	0.052790	0.000234	0.919404
208	0.007873	0.364629	0.001607	0.625892
209	0.050358	0.022642	0.000518	0.926482
210	0.016802	0.117458	0.000731	0.865009
211	0.017102	0.047693	0.000311	0.934894
212	0.014068	0.051202	0.000310	0.934420
213	0.011531	0.065676	0.000289	0.922505
214	0.011694	0.058228	0.000233	0.929845

215	0.013470	0.061365	0.000238	0.924928
216	0.015340	0.101052	0.000482	0.883125
217	0.025034	0.069167	0.000298	0.905501
218	0.043711	0.055316	0.000390	0.900583
219	0.067943	0.098857	0.000519	0.832681
220	0.119099	0.241952	0.001207	0.637741
221	0.186565	0.281906	0.001090	0.530439
222	0.197611	0.468530	0.002872	0.330987
223	0.072401	0.906527	0.009003	0.012069
224	0.000001	0.988247	0.011752	0.000000
225	0.712094	0.000000	0.007045	0.280860
226	0.818318	0.000000	0.007973	0.173709
227	0.702880	0.254723	0.003680	0.038717
228	0.446585	0.533247	0.009219	0.010950
229	0.002604	0.970047	0.015069	0.012279
230	0.001677	0.002334	0.001143	0.994846
231	0.001075	0.001359	0.000356	0.997211
232	0.001362	0.014994	0.000240	0.983404
233	0.003589	0.062180	0.000296	0.933935
234	0.019750	0.087216	0.000253	0.892781
235	0.028061	0.635809	0.001643	0.334487
236	0.084165	0.910653	0.003008	0.002174
237	0.998238	0.000032	0.000632	0.001098
238	0.714778	0.281765	0.002877	0.000580
239	0.808107	0.187409	0.002852	0.001632
240	0.994345	0.000256	0.005399	0.000000
241	0.950466	0.043992	0.005539	0.000003
242	0.927138	0.069697	0.001812	0.001352
243	0.992693	0.005142	0.001722	0.000444
244	0.738023	0.255317	0.004732	0.001928
245	0.503010	0.340350	0.003767	0.152874
246	0.364676	0.198500	0.001645	0.435179
247	0.307460	0.135810	0.000961	0.555769
248	0.283054	0.118217	0.000755	0.597975
249	0.283634	0.142139	0.001280	0.572947
250	0.270167	0.117376	0.000948	0.611509
251	0.246999	0.153315	0.000885	0.598801
252	0.223220	0.193624	0.001427	0.581730
253	0.254066	0.111671	0.000953	0.633310
254	0.239437	0.132901	0.001466	0.626196
255	0.207971	0.109922	0.001283	0.680824
256	0.132883	0.170373	0.001111	0.695632
257	0.094241	0.111438	0.000663	0.793658

258	0.075732	0.105683	0.000591	0.817994
259	0.060749	0.100409	0.000535	0.838308
260	0.057753	0.101835	0.000539	0.839874
261	0.046506	0.114674	0.000525	0.838295
262	0.033606	0.172910	0.000805	0.792679
263	0.041129	0.091142	0.000522	0.867208
264	0.076943	0.023758	0.000457	0.898842
265	0.012070	0.878233	0.004143	0.105554
266	0.027167	0.246605	0.001008	0.725221
267	0.054149	0.012338	0.000647	0.932866
268	0.067490	0.005265	0.001105	0.926139
269	0.067974	0.083743	0.000892	0.847391
270	0.098809	0.085810	0.000523	0.814858
271	0.138127	0.164297	0.000672	0.696904
272	0.237675	0.231332	0.000990	0.530003
273	0.420534	0.372303	0.002415	0.204748
274	0.696260	0.215067	0.002728	0.085945
275	0.831556	0.162685	0.004600	0.001160
276	0.920520	0.072995	0.003880	0.002606
277	0.896243	0.095033	0.001322	0.007402
278	0.968722	0.024696	0.001206	0.005375
279	0.889283	0.105421	0.002064	0.003231
280	0.813622	0.176685	0.003559	0.006134
281	0.730303	0.160802	0.001387	0.107508
282	0.204468	0.783467	0.009188	0.002877
283	0.363455	0.147694	0.001850	0.487000
284	0.003914	0.987333	0.008263	0.000490
285	0.183800	0.000878	0.001336	0.813986
286	0.184542	0.001184	0.006631	0.807643
287	0.062728	0.869870	0.067402	0.000000
288	0.956516	0.000134	0.043325	0.000024
289	0.547330	0.397359	0.012781	0.042531
290	0.397437	0.209854	0.002691	0.390019
291	0.351626	0.142520	0.001517	0.504337
292	0.314643	0.115134	0.000793	0.569430
293	0.272047	0.196437	0.001150	0.530366
294	0.297586	0.094751	0.000628	0.607035
295	0.308979	0.123924	0.000683	0.566414
296	0.357599	0.175791	0.000967	0.465642
297	0.429558	0.520253	0.004201	0.045988
298	0.932714	0.050364	0.002700	0.014222
299	0.971385	0.019407	0.009164	0.000044
300	0.985723	0.003637	0.010465	0.000175

301	0.814743	0.151822	0.002727	0.030708
302	0.771117	0.101138	0.001906	0.125840
303	0.226431	0.746861	0.010093	0.016614
304	0.333671	0.066239	0.003719	0.596372
305	0.248428	0.087468	0.001757	0.662347
306	0.193628	0.111521	0.000992	0.693860
307	0.151452	0.136907	0.001103	0.710539
308	0.141483	0.102361	0.000640	0.755516
309	0.715203	0.159337	0.000864	0.724596
310	0.249741	0.100495	0.000941	0.748823
311	0.235968	0.112942	0.000879	0.750211
312	0.424119	0.112771	0.001577	0.761533

Lampiran 13 *Smoothed Probability* Pembentukan Model Gabungan Data Jumlah Ekspor

Obs	p1	p2	p3
3	1.00000000	0.00000000	0.00000000
4	0.99998660	0.00000186	0.00001153
5	0.99997990	0.00000257	0.00001754
6	0.99997180	0.00000367	0.00002449
7	1.00000000	0.00000245	0.00001764
8	0.033726651	0.00000235	0.00002219
9	0.000590241	0.00000724	0.00009563
10	0.999961863	0.00004717	0.00032327
11	0.724104838	0.00000243	0.00003506
12	0.336154797	0.00000185	0.00001495
13	0.995262098	0.00000541	0.00003557
14	0.038986089	0.00000302	0.00002171
15	0.999999944	0.00000201	0.00001355
16	0.00013821	0.00000185	0.00001216
17	0.104900568	0.00000221	0.00001435
18	0.00494214	0.00000180	0.00001268
19	0.025403141	0.00000383	0.00002695
20	0.035145695	0.00000469	0.00003180
21	0.030591751	0.00000184	0.00001314
22	0.16860983	0.00000184	0.00001392
23	0.464977404	0.00000675	0.00004567
24	0.604089611	0.00000424	0.00003152
25	0.002097248	0.00000190	0.00001371
26	0.999999935	0.00000243	0.00001590
27	0.007111259	0.00000189	0.00001257
28	0.100559627	0.00000183	0.00001380
29	0.033660157	0.00000577	0.00004459
30	0.048006022	0.00000791	0.00005879
31	0.017156569	0.00000202	0.00002035
32	0.083149139	0.00001068	0.00006938
33	0.073867342	0.00000199	0.00001804
34	0.022481934	0.00000512	0.00003439
35	0.24015345	0.00000195	0.00001605
36	0.448571478	0.00000644	0.00004223
37	0.00415516	0.00000183	0.00001409
38	1	0.00000275	0.00001818
39	0.05502123	0.00000190	0.00001369

40	0.998177901	0.00000430	0.00002756
41	0.007704242	0.00000190	0.00001346
42	0.07564895	0.00000196	0.00001536
43	0.00908047	0.00000268	0.00004818
44	0.998790975	0.00007982	0.00052527
45	0.000419452	0.00000335	0.00006128
46	0.47663084	0.00000190	0.00002059
47	0.725810413	0.00001055	0.00007800
48	0.002032948	0.00000611	0.00005470
49	0.037228197	0.00000615	0.00004693
50	0.998456482	0.00000183	0.00001396
51	0.999727535	0.00000193	0.00001273
52	0.001656307	0.00000213	0.00001413
53	0.999999916	0.00000249	0.00001641
54	0.004117814	0.00000246	0.00001623
55	0.332264225	0.00000181	0.00001207
56	0.681131219	0.00000213	0.00001378
57	0.016869608	0.00000181	0.00001176
58	0.022109715	0.00000180	0.00001162
59	0.052063754	0.00000179	0.00001172
60	0.014989471	0.00000230	0.00001485
61	0.026178264	0.00000182	0.00001185
62	0.999456188	0.00000179	0.00001150
63	0.436574395	0.00000186	0.00001196
64	0.004753929	0.00000195	0.00001250
65	0.037652783	0.00000185	0.00001187
66	0.011123848	0.00000185	0.00001183
67	0.771540712	0.00000178	0.00001153
68	0.77032111	0.00000194	0.00001334
69	0.272370697	0.00000206	0.00002527
70	0.034753742	0.00000282	0.00017298
71	0.034767765	0.00001962	0.00191378
72	0.981416305	0.00001800	0.00491348
73	0.020097961	0.00004130	0.01612070
74	0.076116637	0.00025642	0.09429220
75	0.188400902	0.00068346	0.29564800
76	0.890031439	0.00245878	0.99754120
77	0.320847197	0.00047828	0.99951120
78	0.865844123	0.00020268	0.99792140
79	0.14318031	0.00055197	0.99944800
80	0.067407254	0.00266392	0.99733580

81	0.74486743	0.00020721	0.08389296
82	0.241494567	0.00002765	0.00978848
83	0.04189789	0.00000388	0.00075639
84	0.025155181	0.00000197	0.00006719
85	0.023616465	0.00000298	0.00002764
86	0.053875604	0.00000537	0.00003844
87	0.999999969	0.00023557	0.00025169
88	0.999818828	0.01217602	0.00157701
89	0.128446881	0.99646210	0.00353789
90	0.000425978	1.00000000	0.00000000
91	0.999907893	0.99993660	0.00006099
92	1	0.99999980	0.00000016
93	0.000761545	0.99866000	0.00134003
94	0.999998963	1.00000000	0.00000000
95	0.000340849	1.00000000	0.00000000
96	0.031094476	1.00000000	0.00000000
97	0.999885851	0.99854600	0.00145396
98	0.242048255	0.99999430	0.00000565
99	0.867204945	1.00000000	0.00000000
100	1	1.00000000	0.00000000
101	0.024984175	1.00000000	0.00000000
102	1	1.00000000	0.00000000
103	1	0.99857780	0.00142224
104	0.000141897	1.00000000	0.00000000
105	0.999636814	0.99824240	0.00175757
106	0.000531234	0.99999800	0.00000201
107	0.027064756	0.99995100	0.00004904
108	0.019180163	0.97626310	0.02373692
109	0.999999991	0.96792660	0.03207336
110	0.005598379	0.97298980	0.02701019
111	0.999500505	0.97571200	0.02428576
112	0.004867967	1.00000000	0.00000000
113	0.999999415	0.99968610	0.00031391
114	0.064366604	0.99999880	0.00000116
115	0.003419346	0.99999920	0.00000080
116	0.105633551	1.00000000	0.00000000
117	0.118996317	0.99999620	0.00000383
118	0.019282921	0.99307190	0.00692808
119	0.998761593	0.97015440	0.02984561
120	0.003471602	0.94144660	0.05855338
121	0.101320637	0.94053750	0.05946250

122	0.080096169	0.96281250	0.03718747
123	0.944933736	0.98341110	0.01658888
124	0.43134024	0.97684880	0.02315125
125	0.661366305	0.98160040	0.01839959
126	0.022582298	0.99858020	0.00141975
127	0.387949507	0.99522650	0.00477354
128	1	0.96059330	0.03940671
129	0.000426879	0.79126270	0.20873730
130	0.036351004	0.76406040	0.23052310
131	0.967401496	0.77714070	0.22285930
132	0.203864559	0.84589440	0.15410560
133	0.598686683	0.94355640	0.05644358
134	1	0.99999580	0.00000420
135	0.000439312	0.99994700	0.00005299
136	0.1358896	0.99965020	0.00034976
137	0.096040178	1.00000000	0.00000000
138	0.032349363	0.99983000	0.00017004
139	0.02553705	0.99978600	0.00021405
140	0.020479705	0.85481150	0.14518850
141	0.244206569	0.13920030	0.86079970
142	0.006224942	0.01947095	0.96473550
143	0.119002647	0.00478936	0.99521060
144	0.186316993	0.00279598	0.99720400
145	0.038104121	0.00378055	0.99621950
146	0.98544282	0.00273524	0.99726480
147	0.999970223	0.00309512	0.99690490
148	0.032796126	0.00080108	0.99919890
149	0.026630927	0.00073855	0.99926150
150	0.999999942	0.00037734	0.99962270
151	0.000372772	0.00015245	0.99984750
152	0.262199311	0.00011907	0.99988090
153	0.526367935	0.00015022	0.99984980
154	0.971398251	0.00006149	0.99993850
155	0.000660296	0.00005125	0.99994880
156	0.038680164	0.00005031	0.99994780
157	0.107112369	0.00006390	0.99977080
158	0.999930712	0.00017310	0.99982690
159	0.178633038	0.00036081	0.99963920
160	0.999968797	0.00010196	0.99989800
161	0.010377547	0.00009644	0.99990360
162	0.99937942	0.00005624	0.99994380

163	0.00382093	0.00006574	0.99993430
164	0.995027396	0.00006266	0.99993730
165	0.064613819	0.00006120	0.99993790
166	0.009951135	0.00013360	0.99986640
167	0.045780863	0.00005195	0.97134680
168	0.043067434	0.00006074	0.97148890
169	0.027075176	0.00030972	0.99969030
170	0.163250571	0.00041389	0.99859920
171	0.998930179	0.00200956	0.99799040
172	0.004295591	0.00045547	0.99954450
173	0.999960578	0.00023307	0.99976690
174	0.004411431	0.00011846	0.99988150
175	0.726445957	0.00008928	0.99991070
176	0.052782619	0.00005673	0.99868340
177	0.223704581	0.00006473	0.99993460
178	0.018866649	0.00011841	0.99988160
179	0.963751523	0.00007741	0.99992260
180	0.009517545	0.00006340	0.99993660
181	0.999981571	0.00007993	0.99992010
182	1	0.00005439	0.99989020
183	0.002127279	0.00005772	0.99994230
184	0.082946588	0.00008939	0.99991060
185	0.999999846	0.00008499	0.99990540
186	0.003174434	0.00024015	0.99975990
187	0.022957421	0.00008081	0.99991920
188	0.036388034	0.00008656	0.99991340
189	0.013227861	0.00006522	0.99980060
190	0.739233822	0.00013572	0.99986430
191	0.150080388	0.00035457	0.99964540
192	0.033268384	0.00012501	0.99981570
193	1	0.00014697	0.99985300
194	0.067763445	0.00044932	0.99955070
195	0.009801049	0.00098511	0.99901490
196	0.010374225	0.00019902	0.99980100
197	0.861779231	0.00012942	0.99987060
198	0.002002498	0.00006296	0.99993700
199	0.166489299	0.00005985	0.99994010
200	0.396818489	0.00006340	0.99993660
201	0.006088515	0.00005441	0.99994560
202	0.05235971	0.00006431	0.99993570
203	0.017766839	0.00005932	0.99994070

204	0.188481905	0.00004994	0.99777950
205	0.999999614	0.00005966	0.99994030
206	0.000185444	0.00006093	0.99930900
207	0.998431458	0.00014081	0.99985920
208	0.036886976	0.00013846	0.99986150
209	0.967285533	0.00007426	0.99991530
210	0.001193106	0.00009770	0.99990230
211	0.368731342	0.00013882	0.99986120
212	0.003884078	0.00007027	0.99992970
213	0.040962078	0.00011435	0.99988570
214	0.063164562	0.00005873	0.99994130
215	0.019753083	0.00006544	0.99993460
216	0.111379492	0.00009259	0.99990740
217	0.987983351	0.00008161	0.99991840
218	0.019134584	0.00006825	0.99993180
219	0.963058938	0.00016376	0.99983620
220	0.118168365	0.00080388	0.99919610
221	0.039026355	0.00490769	0.99509220
222	0.999234845	0.03104060	0.96895890
223	0.001166698	0.21492910	0.78507090
224	0.048965043	1.00000000	0.00000000
225	0.326855497	0.99999750	0.00000247
226	0.16683149	0.99999990	0.00000008
227	0.740638852	0.99619790	0.00380212
228	0.00289643	0.98904120	0.01095885
229	1	0.98042670	0.01957332
230	0.147356943	0.97265270	0.02734732
231	0.99586108	0.05821504	0.17763610
232	0.999999999	0.00958654	0.26369640
233	0.001711158	0.00957761	0.99042240
234	0.018570435	0.00251851	0.99748150
235	0.04088748	0.00133167	0.99866830
236	0.999665931	0.00024999	0.99975000
237	0.127239147	0.00008006	0.99990280
238	0.001320976	0.00007069	0.99991330
239	0.999999986	0.00004927	0.99482590
240	0.346881934	0.00006074	0.99665870
241	0.001861985	0.00011571	0.99988430
242	0.023887062	0.00006212	0.99763790
243	0.062516457	0.00008145	0.99991860
244	0.010696375	0.00006310	0.99993690

245	0.999995868	0.00005936	0.99994060
246	0.003944135	0.00005675	0.99994330
247	0.40566817	0.00005981	0.99994020
248	0.035625068	0.00004914	0.99995090
249	0.982209622	0.00005123	0.99994740
250	0.010949769	0.00004972	0.99995030
251	1	0.00005886	0.99994110
252	0.013717116	0.00011119	0.99988880
253	0.999936452	0.00006180	0.99773280
254	0.063135049	0.00007009	0.99992990
255	0.105254627	0.00005045	0.99929720
256	0.058556586	0.00005264	0.99994700
257	0.999800006	0.00005595	0.99994400
258	0.037085601	0.00006017	0.99993980
259	0.012226282	0.00010250	0.99989750
260	0.064425774	0.00007776	0.99992220
261	0.077143156	0.00019911	0.99980090
262	0.165194284	0.00009443	0.99990560
263	0.009976875	0.00005534	0.99778910
264	0.06025331	0.00006311	0.99993690
265	0.015362075	0.00005559	0.99943210
266	0.028565744	0.00007585	0.99988580
267	0.047982571	0.00023461	0.99976540
268	0.021005318	0.00009170	0.99990830
269	0.057608484	0.00007532	0.99992430
270	0.023979088	0.00006219	0.99284110
271	0.043528938	0.00005412	0.98908570
272	0.052332663	0.00004831	0.98713400
273	0.016978802	0.00007894	0.99737590
274	0.999455438	0.00006196	0.99978900
275	0.003759605	0.00004897	0.99948590
276	0.999552635	0.00005010	0.99994400
277	0.001132964	0.00005460	0.99994080
278	0.59263086	0.00009040	0.99989820
279	0.053950105	0.00035899	0.99964090
280	0.022662319	0.00215757	0.99784170
281	0.031850598	0.01342137	0.98657860
282	0.533042568	0.04136085	0.95863910
283	0.075101138	0.04824895	0.95175110
284	0.18466378	0.04763636	0.95236360
285	0.124786323	0.04946615	0.95053390

286	1	0.00922720	0.99077280
287	0.002573798	0.00252883	0.99469620
288	0.427879408	0.00220993	0.99779010
289	0.006406393	0.00046507	0.99934070
290	0.032271636	0.00015347	0.99984650
291	0.029931888	0.00006640	0.99889550
292	0.314347794	0.00007823	0.99992180
293	0.004609165	0.00011070	0.99988930
294	0.985284666	0.00009760	0.99990240
295	0.018659364	0.00024660	0.99975340
296	0.020552538	0.00009224	0.99990780
297	0.094130624	0.00006287	0.99993710
298	0.011293567	0.00006321	0.99991580
299	0.126388354	0.00007675	0.99992320
300	0.011378835	0.00007725	0.99992180
301	0.208627845	0.00005495	0.99787890
302	0.006066103	0.00006548	0.99993450
303	0.19078408	0.00008553	0.99991450
304	0.980130921	0.00012283	0.99983050
305	0.031685562	0.00050812	0.99949190
306	0.059540997	0.00279502	0.99720500
307	0.066758003	0.00681425	0.99318570
308	0.242280659	0.01467033	0.98532970
309	0.9996798	0.00296085	0.99703910
310	0.340967012	0.00047808	0.99952190
311	0.117082038	0.00012474	0.99972610
312	0.545100075	0.00012858	0.99987140

Lampiran 14 Syntax Pembentukan Model Gabungan Data Impor

```
#----- IMpor -----

#Data input-----
setwd("E:\\Kuliah Ihsan\\Tesis")
imp<-read.csv("mydata.csv")
zt1<-imp[[2]]
str(zt1)

#Data Plot-----
plot(zt1,type="l",xlab="waktu",ylab="data")

#stationerity checking <package:tseries>-----
library(tseries)
adf.test(zt1,alternative=c("stationary","explosive"),k=trunc((length(zt1)-1)^(1/3)))
pp.test(zt1,alternative=c("stationary","explosive"),lshort=TRUE)

#Data Transformation-----
rt1<-diff(log(zt1),lags=1)
str(rt1)
View(rt1)
#Log Return Plot-----
plot(rt1,type="l",xlab="waktu",ylab="data")

#stationerity checking <package:tseries>-----
adf.test(rt1,alternative=c("stationary","explosive"),k=trunc((length(rt1)-1)^(1/3)))
pp.test(rt1,alternative=c("stationary","explosive"),lshort=TRUE)

#ARMA Model Identification-----
plot(pacf(rt1))

#ARMA Model Building-----
summary(arma10<-arma(rt1,order=c(1,0), lag = NULL, coef = NULL, include.intercept = FALSE))
summary(arma20<-arma(rt1,order=c(2,0), lag = NULL, coef = NULL, include.intercept = FALSE))

resar2<-residuals(arma20)
str(resar2)
##----normality-----
library(stats)
library(nortest)
lillie.test(resar2)
##----independency-----
Box.test(resar2,lag = 1, type =c("Box-Pierce","Ljung-Box"),fitdf = 0)
#ARCH-LM test for heterocedasticity effect
library(zoo)
library(FinTS)
ArchTest(resar2, lags=12, demean=FALSE)
```

```

resar1<-residuals(arma10)
str(resar1)
##-----normality-----
library(stats)
library(nortest)
lillie.test(resar1)
##-----independency-----
Box.test(resar1,lag = 1, type =c("Box-Pierce","Ljung-Box"),fitdf = 0)
#ARCH-LM test for heterocedasticity effect
library(zoo)
library(FinTS)
ArchTest(resar1, lags=12, demean=FALSE)
a=fitted.values(rt1)
write.csv(resar1,file="E:\\Kuliah Ihsan\\Tesis\\residu ar model impor1.csv")

##ARCH Model Identification-----
library(timeSeries)
residuar1<-removeNA(resar1)
reskuaimp<-residuar1*residuar1
plot(pacf(reskuaimp))

#ARCH Model Building-----
resar11<-removeNA(resar1)
summary(arch11<-garch(resar11, order = c(0,1)))
AIC(arch11)
resiarchimp = residuals(arch11)
ArchTest(resiarchimp,lags=45, demean=FALSE)
write.csv(resiarchimp,file="E:\\Kuliah Ihsan\\Tesis\\residu arch impor.csv")

# -----volatilitas-----
setwd("E:\\Kuliah Ihsan\\Tesis")
volimp=read.csv("volatilitasimpor.csv")
vol<-volimp[[1]]
str(vol)

library(MSwM)
mod<-lm(vol~1)
mod.mswm=msmFit(lm(vol~1),k=4,sw=c(T,T,T,T),p=3)
mod.mswm
plotProb(mod.mswm)
mod.mswm@Fit@smoProb
par(mar=c(1,1,1,1))
plotProb(mod.mswm,which=1)
dev.off()
write.csv(mod.mswm@Fit@smoProb,file="E:\\Kuliah Ihsan\\Tesis\\probimp.csv")
formula(vol)

```

Lampiran 15 Syntax Pembentukan Model Gabungan Data Impor

```
#----- Ekspor -----

#Data input-----
setwd("E:\\Kuliah Ihsan\\Tesis")
eks<-read.csv("mydata.csv")
zt2<-eks[[3]]
str(zt2)

#Data Plot-----
plot(zt2,type="l",xlab="waktu",ylab="data")

#stationerity checking <package:tseries>-----
library(tseries)
adf.test(zt2,alternative=c("stationary","explosive"),k=trunc((length(zt2)-1)^(1/3)))
pp.test(zt2,alternative=c("stationary","explosive"),lshort=TRUE)

#Data Transformation-----
rt2<-diff(log(zt2),lags=1)
a=log(zt2)
View(a)
str(rt2)
View(zt2)
View(rt2)

#Log Return Plot-----
plot(rt2,type="l",xlab="waktu",ylab="data")

#stationerity checking <package:tseries>-----
adf.test(rt2,alternative=c("stationary","explosive"),k=trunc((length(rt2)-1)^(1/3)))
pp.test(rt2,alternative=c("stationary","explosive"),lshort=TRUE)

#ARMA Model Identification-----
plot(pacf(rt2))

#ARMA Model Building-----
summary(arma10<-arma(rt2,order=c(1,0), lag = NULL, coef = NULL, include.intercept = FALSE))
summary(arma20<-arma(rt2,order=c(2,0), lag = NULL, coef = NULL, include.intercept = FALSE))

resar20<-residuals(arma20)
str(resar20)
##-----normality-----
library(stats)
library(nortest)
lillie.test(resar20)
##-----independency-----
Box.test(resar20,lag = 1, type = c("Box-Pierce","Ljung-Box"),fitdf = 0)
```

```

#ARCH-LM test for heterocedasticity effect
library(zoo)
library(FinTS)
ArchTest(resar20, lags=12, demean=FALSE)

resar10<-residuals(arma10)p
str(resar10)
##-----normality-----
library(stats)
library(nortest)
lillie.test(resar10)
##-----independency-----
Box.test(resar10, lag= 1, type =c("Box-Pierce", "Ljung-Box"), fitdf = 0)
#ARCH-LM test for heterocedasticity effect
library(zoo)
library(FinTS)
ArchTest(resar10, lags=12, demean=FALSE)
write.csv(resar20, file="E:\\Kuliah Ihsan\\Tesis\\resar20.csv")

#ARCH Model Identification-----
library(timeSeries)
residuar<-removeNA(resar20)
reskuaeks<-residuar*residuar
plot(pacf(reskuaeks))

#ARCH Model Building-----
summary(arch11<-garch(reskuaeks, order = c(0,1)))
summary(arch22<-garch(reskuaeks, order = c(0,2)))
AIC(arch11)
AIC(arch22)
resiarcheks1= residuals(arch11)
resiarcheks2= residuals(arch22)
ArchTest(resiarcheks1, lags=45, demean=FALSE)
ArchTest(resiarcheks2, lags=45, demean=FALSE)

## -----volatilitas-----
setwd("E:\\Kuliah Ihsan\\Tesis")
voleks=read.csv("volatilitasekspor.csv")
volatilitas<-voleks[[1]]
str(volatilitas)

library(MSwM)
mod<-lm(volatilitas~1)
mod.mswm=msmFit(mod, k=2, sw=c(T,T,T), p=1)
mod.mswm
plot(mod.mswm)
mod.mswm@Fit@smoProb
par(mar=c(1,1,1,1))

```

```
plotProb(mod.mswm,which=1)
dev.off()
write.csv(mod.mswm@Fit@smoProb,file="E:\\Kuliah Ihsan\\Tesis\\probeks.csv")
```


Lampiran 16 Syntax Gauss Pembentukan Model *SWARCH* dan *MS-GARCH*

@ This GAUSS file reads in data, sets options, and calls numerical optimization routine for numerical estimation of *SWARCH* model @

```
output file=junk.out reset;
format /m1 /ros 16,8;
/* ===== */
@ Alter this section so as to read in your data and set parameters @
```

```
@ ihsg data @
capt = 311;    @ ihsg is the sample size @
load y[capt,1]=ekspor.txt;
```

@----- Adjust any of the following to control specification desired --- @

```
nk = 2;    @ nk is the first observation to be used in
           estimation @
ns = 3;    @ ns is the number of primitive states @
pphi = 2;  @ pphi is the number of lags in autoregression
           for y; @
izz = 1;   @ izz = 1 means pij parameterized as
            $th(ij)^2 / \sum(th(ij)^2)$ 
           izz = 2 means pij parameterized as pij @
ipm = 2;   @ ipm specifies order in which transition probs
           are parameterized
           ipm = 1 implies p11 and p22 estimated
           ipm = 2 implies pij for i=1,...,n j=1,...,n-1 @
irs = 3;   @ irs denotes the number of probabilities that
           are restricted @
karch = 1; @ karch is the order of the ARCH process @
larch = 0; @ larch = 0 means no leverage effect,
           larch = 1 means leverage effect @
barch = 0; @ barch = 0 means estimate initial variance by MLE
           barch = 2 means don't need initial variance @
tarch = 0; @ tarch = 0 means normal
           tarch = 1 means t distribution @
```

@----- Input initial values for parameters ----- @

```
/* The order in which variables are represented is as follows
   constant term in regression
   autoregressive terms in regression
   initial variance parameter
   constant term in ARCH equation
   ARCH params in state 1
   next elements: when izz = 0 these are the transition probs
                  when izz = 1 these are params v(i,j) such that
```

```

        p(i,j) = v(i,j)^2 / sum j v(i,j)^2
        elements are ordered as p11, p22 when ns=2
        ordered as p(1,1),p(2,1),...,p(ns,1),
        p(1,2),...,p(ns-1,ns) when ns > 2
    next (ns - 1) elements: factor squared residuals are divided by
        to get non-switching ARCH
    leverage parameter
    degrees of freedom parameter for t distribution */

proc startval; @procedure to set starting values @
local th;
/*      let th[13,1] =
23.35080500    13.25003200    -8.56817500
26.027988000    -7.11706300
11.4016  14.051132  20.765493  12.1208310
14.3512660    13.146594    15.42415600    -5.2199370 ; */
/*      let th[13,1] =
55.35080500    43.25003200    -26.56817500
49.027988000    -33.11706300
34.4016  38.765493  33.765493  43.1208310
33.3512660    47.146594    65.42415600    -23.2199370 ; */
let th[13,1] =
2.54218E-06
1.83479E-05
2.71222E-05
-0.328027
0.023783092
0.022928662
0.023137041
0.000525171
0.000537898
0.0008033834
0.0005267876
0.0005347676
0.0007654347
;
        retp(th);
    endp;

/*=====*/
@ In general no parts of this section should be changed @

ps = karch; @ ps is the number of lagged states that matter @
n = ns^(ps+1); @ n is the dimension of the state vector @
kc = 1; @ kc = 2 to print out ergodic probs and likelihood value
        with each call to likelihood @
ks = 1; @ ks = 2 if smoothed probs are to be calculated @
captst = capt - nk + 1; @ captst is the effective sample size @

```

```

resid = zeros(capt,1); @ regression residuals (filled in by procedures)@
skif = zeros(captst,n); @ skif is the matrix of filtered probs @
skis = zeros(captst,n); @ skis is the matrix of smoothed probs @
varfor = zeros(capt,1); @varfor is the vector of forecast variances @
outprob = zeros(capt,1); @outprob is the vector of outlier probabilities @
id = eye(ns); @ used in certain calculations below @

```

```

proc pattern1; @ This proc returns a (ps+1)*ns x n matrix. The ith
column contains a one in row j if st = j, contains a
one in row ns+j if st-1 = j, and so on @

```

```

local i1,ix,iq,na;
na = n/ns;
ix = eye(ns).*.ones(1,na);
i1 = 1;
do until i1 > ps;
na = na/ns;
iq = ones(1,ns^i1).*(eye(ns).*.ones(1,na));
ix = iq|ix;
i1 = i1+1;
enddo;
retp(ix);
endp;

```

```

/* ===== */

```

```

proc matpm(xth); @This proc defines the user's conventions for reading
elements of Markov transition probabilities from
parameter vector @

```

```

local pm,ixth;
ixth = rows(xth);
pm = zeros(ns,ns);
if ipm == 1; @ for ns = 2 this option has parameters as p11 and p22 @
if izz == 1;
pm[1,1] = xth[1,1]^2/(1+xth[1,1]^2);
pm[2,2] = xth[2,1]^2/(1+xth[2,1]^2);
else;
pm[1,1] = xth[1,1];
pm[2,2] = xth[2,1];
endif;
pm[2,1] = 1 - pm[1,1];
pm[1,2] = 1 - pm[2,2];
elseif ipm == 2; @ general case has parameters pij for i = 1,...,n and
j = 1,...,n-1 @
pm[1:ns-1,.] = reshape(xth[1:ixth,1],ns-1,ns);
if izz == 1;
pm[ns,.] = ones(1,ns);
pm = pm^2;
pm = pm./(sumc(pm)');
else;

```

```

        pm[ns,.] = (1 - sumc(pm))';
    endif;
elseif pm == 3; @ This section can be rewritten by user to impose zeros
                    and ones where desired @
    if izz == 1;
        pm[1,1] = xth[1,1]^2/(1 + xth[1,1]^2);
        pm[1,3] = xth[2,1]^2/(1 + xth[2,1]^2 + xth[4,1]^2);
        pm[2,1] = 1/(1 + xth[1,1]^2);
        pm[2,2] = xth[3,1]^2/(1 + xth[3,1]^2);
        pm[2,3] = xth[4,1]^2/(1 + xth[2,1]^2 + xth[4,1]^2);
        pm[3,2] = 1/(1 + xth[3,1]^2);
        pm[3,3] = 1/(1 + xth[2,1]^2 + xth[4,1]^2);

    elseif izz == 2;
        pm[1,1] = xth[1,1];
        pm[1,3] = xth[2,1];
        pm[2,1] = 1 - xth[1,1];
        pm[2,2] = xth[3,1];
        pm[2,3] = xth[4,1];
        pm[3,2] = 1 - xth[3,1];
        pm[3,3] = 1 - xth[2,1] - xth[4,1];
    endif;
endp;
retp(pm);
endp;

/* ===== */
@ This section echos values of parameters @

"Order of autoregression";;pphi;
"Order of ARCH process";;karch;
"Number of primitive states";;ns;
"Number of lagged states that affect y";;ps;
"First observation used for estimation is";;nk;
if larch == 0; "no leverage effect"; else; "with leverage effect"; endif;
if tarch == 0; "Distribution is Normal"; elseif tarch == 1;
    "distribution is t"; endif;

proc echoo(th); @ proc to echo starting values @;
    local spar,alpha0,phi,sig0,a0,a1,g1,pm,b1,l1,cm,nu,eps,rss;

    alpha0= th[1,1];
    spar = 2;
    if pphi > 0;
        phi = th[2:2+pphi-1,1];
        spar = spar+1;
    else;
        phi = 0;

```

```

endif;
"Constant term in regression";; alpha0;
"Autoregressive coefficients in regression";; phi';
if barch == 0;
    sig0 = abs(th[spar,1]);
    "Initial variance";;sig0;
    spar = spar + 1;
else;
    "Initial variance not needed ";
endif;
a0 = abs(th[spar,1]);
a1 = abs(th[spar+1:spar+karch,1]);
"Constant term in ARCH process";;a0;
"Coefficients on lagged epsilon squared in ARCH process";;a1';
spar = spar+1+karch;
pm = matpm(th[spar:spar+(ns*(ns-1))-1-irs,1]);
"(Transposed) matrix of transition probabilities";;pm;"";
"The state with no adjustment to ARCH process is state 1, with transition";
"probability";;pm[1,1];
spar = spar+(ns*(ns-1))-irs;

g1 = abs(th[spar:spar+ns-2,1]);
"Vector of variance factors for states 2 through";;ns;;g1';
spar = spar+ns-1;

if larch == 1;
    l1 = abs(th[spar,1]);
    "Coefficient on negative lagged change for asymmetric effect";;l1;
    spar = spar+1;
endif;
if tarch == 1;
    nu = 2 + abs(th[spar,1]);
    "degree of freedom for t distribution is";; nu;
    spar = spar + 1;
endif;

retp(a0);
endp;

/* ===== */
@ This section calls main programs @

hp = pattern1;
#include procs;
x = startval;

@ The following lines are for convenience of analysis and should be removed
for final calculations

```

```

izz = 2;
kc = 2;
ks = 2; @

call echoo(x);
"";"Initial values:";; x';
"Initial value for negative log likelihood:";; ofn(x);

"";"Do you wish to continue (y or n)?";;
zsz = cons;
if zsz.$== "n";
    end;
endif;

@ goto jump; @

/* ===== */
@ Set parameters to use Gauss numerical optimizer @

library optmum;
#include optmum.ext;
__btol = 1.e-08; @ This controls convergence criterion for coefficients @
__gtol = 1.e-08; @ This controls convergence criterion for gradient @
__algr = 1; @ This chooses BFGS optimization @
__miter = 80; @ This controls the maximum number of iterations @
__output = 1; @ This causes extra output to be displayed @
__covp = 0; @ This speeds up return from OPTMUM @

@ Next call the GAUSS numerical optimizer @
{x,f,g,h}=optmum(&ofn,startval);

"";"=====
" FINALESTIMATES";
"";"Value of log likelihood:";;-f;
"";"Coefficients:";x';"";
call echoo(x);
"";"Gradient vector:";g';
vg=hessp(&ofn,x);
{va,ve}=eigrs2(vg);
va = sortc(va~ve',1);
if va[1,1] > 0;
    "Standard errors:";
    h=invpd(vg);
    hh=sqrt(diag(h));
    hh';
else;
    "Hessian not positive definite; eigenvalues are";
    va[.,1]';

```

```

        "eigenvector associated with smallest eigenvalue is";
        va[1,:];
    endif;

/* ===== */
@ Print out complete analysis @
jump:

kc = 2;
ks = 2;
call ofn(x);
nxx = captst; @ Use nxx = captst for full output @
"Probabilities for primitive states";

"filtered probabilities";format /rd 1,0;
"Obs";;"return ";;
t = 0;
do until t > ps;
    i = 1;
    do until i == ns;
        "P(st-";;"t";;"="";;"i";;"") ";;
        i = i+1;
    endo;
    t = t+1;
endo;"";
format /rd 6,4;
skif = (skif*hp')*(eye(ps+1).*id[.,1:ns-1]);
skif = seqa(nk,1,captst)~y[nk:capt,1]~skif;
skif[1:nxx,:];

"";"smoothed probabilities";
format /rd 1,0;
"Obs";;"return ";;
i = 1;
do until i > ns;
    "P(st="";;"i";;"") ";;
    i = i+1;
endo;
format /rd 6,4;
skis = skis*hp';
skis = seqa(nk,1,captst)~y[nk:capt,1]~skis[.,1:ns];
skis[1:nxx,:];
"";" Obs Residual Variance Prob of observing larger value";
outprob = 1 - outprob;
iitlow = 0;
iithigh = 0;
it = 1;
do until it > nxx;

```

```

nk+it-1;;" ";;resid[nk+it-1,1];;" ";;varfor[nk+it-1,1];;" ";;
if outprob[it+nk-1,1]>0.975;
    outprob[it+nk-1,1];;" *";
    iitlow=iitlow+1;
elseif outprob[it+nk-1,1]<0.025;
    outprob[it+nk-1,1];;" *";
    iithigh=iithigh+1;
else;
    outprob[it+nk-1,1];
endif;
it = it+1;
endo;
"";"";"Number of observations below .025 level:";iitlow;
    "Number of observations above .975 level:";iithigh;
/* hh = sortc(skis[1:captst,1]~outprob[nk:capt,1],2);
"";"Observations with lowest p values";
"";" Obs P-value";
format/m1/ros 16,8;
hh[1:25,.];
"";"Observations with highest p values"; */

format/m1/ros 16,8;

hh = skis[1:captst,1]~outprob[nk:capt,1];
hh = sortc(hh,2);
hh;

```


BIOGRAFI PENULIS



“Ihsan Fathoni Amri” nama lengkap penulis, dengan sapaan akrab Ihsan, lahir di Sragen pada tanggal 29 Desember 1992. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Pendidikan Formal yang pernah di tempuh penulis SDN Wonokerso 1 Kedawung, Sragen (Tahun 1998–2004), SMPN 1 Sragen (Tahun 2004– 2007), dan SMAN 2 Sragen (Tahun 2007–2010), kemudian melanjutkan jenjang Sarjana Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret (Tahun 2011–2016). Penulis

melanjutkan ke jenjang Magister Statistika ITS pada tahun 2016. Selama Kuliah penulis menekuni bidang Time Series, Bayesian, dan Klasifikasi. Penulis mempunyai prinsip dalam hidup, yaitu *“Lakukan yang terbaik yang bisa kamu lakukan sekarang”*. Segala kritik dan saran yang membangun dapat dikirimkan melalui email penulis yaitu : death.bird29@gmail.com